“华兴通盛”地面站-飞行管理平台使用手册

目　录

第一部分：地面站使用 1

1. 地面站简介 1

2. 基本功能介绍 4

2.1 功能区 5

2.2 状态显示区域 9

2.3 飞行操作区 10

2.4 飞控参数设置 18

3 使用教程 19

3.1 系统启动 19

3.2 界面调整 21

3.3 外置驾驶杆设置使用 24

3.4 航线规划 26

3.5 飞手考证培训应用 29

3.6 编队飞行 32

3.7 自动航线 35

3.7.1 规划多边形区域 35

3.7.2.环形航线 39

3.7.3 曲线航线 41

3.7.4 .设置网格 43

3.7.5 特殊航线（文本） 45

3.8 协同搜索 46

3.9 其他常用功能 48

3.9.1 烧写固件 48

3.9.2 震动检测 49

3.9.3 调试 49

3.9.4 日志的下载和分析 51

3.9.5 将日志文件转化成用于 MATLAB 分析格式 73
3.9.6 生成 excel 文件 74
3.9.7 连接 RTK 74
3.9.8 参数设置 75
3.9.10 录屏 75
3.9.11 系统设置 77
4 常用功能设置 78
4.1 .电流电压检测设置 78
4.2 FFT 分析与配置 78
4.3 电子围栏 79
4.4 降落伞 81
4.5 自动调参 82
4.6 固定翼自动起飞 86
4.7 垂起无人机调试 89
4.8 固定翼自动着陆 93
4.9 激光雷达使用 102
4.10 UAVCAN 电调 104
4.11 连接 ELRS 和 CRSF 接收机 106
4.12 飞控网口设置说明 108
5 飞控疑难杂症解决方法汇总 109
5.1 无法解锁（黄灯闪烁） 109
5.2 电台连接缓慢，或者有很大概率连接失败 110
5.3 悬停掉高（或者叫定高不好，上下浮动） 110
5.4 定点定不住 111
5.5 起飞瞬间飞机转头 111
5.6 地面站失控保护（GCS Failsafe） 112
5.7 推油门飞机起不来 112
5.8 起飞瞬间侧翻 113
5.9 舵面输出反向 113
5.10 飞控不启动 114

5.11 飞控自动锁定时间太长或者太短 114
5.12 遥控器无法校准 114
5.13 机头方向和飞控前向不一致 115
5.14 日志不正常 115
5.15 无法刷固件 116
5.16 地面站打不开 117
5.17 提示“Bad AHRS” 117
5.18 插上数传电台后鼠标乱跑 117
5.19 固定翼舵机抖动 117
5.20 PixHawk、PX4 固件、APM 固件三者的关系 118
6 数传配置方法 119
6.1 数传配置主要命令 119
6.2 进入配置模式 120
6.3 点对点 121
6.4 点对点加中继 121
6.5 点对点多级中继 123
6.6 点对多 124
6.7 点对多及中继 126
7 板载数传及 RTK 配置 126
7.1 内置电台配置步骤： 127
7.2 内置 RTK 配置步骤 128
8 和芯 N4 产品星历加注使用 128
8.1 功能介绍 128
8.2 使用条件 128
8.3 测试流程 129
8.4 N4 产品 AGNSS 使用总结 132
第二部分 飞行管理平台 133
1. 系统简介 133
1.1 编写目的 133
2. 系统概述 133

2.1 系统简介 133
2.2 系统功能 133
3. 主页介绍 133
4. 无人机平台操作说明 135
4.1. 登录 135
4.1.1 功能介绍 135
4.1.2 操作步骤 135
4.2. 注册 136
4.3. 退出 138
4.4. 实时轨迹 139
4.4.1 功能介绍 139
4.4.2 操作步骤 139
4.5. 无人机 143
4.5.1 功能介绍 143
4.5.2 操作步骤 143
4.6. 飞行任务 147
4.6.1 飞行任务 147
4.6.2 飞行航线 150
4.6.3 航线上传和执行 153
4.7. 飞手 154
4.7.1 功能介绍 154
4.7.2 操作步骤 154
4.8. 数据管理 155
4.8.1 用户管理 155
4.8.2 公司管理 159
4.8.3 飞手管理 161
4.8.4 无人机管理 163
4.9. 公司使用说明 165
4.10. 工具栏使用说明 166
第三部分 附录 154

附录 1 固定翼全部参数及意义 154
附件 2 常见的故障警告信息含义 336
附件 3 应急保护 337
附 3.1.数传链路断开 337
附 3.2.遥控器失效保护 338
附 3.3.电池低压保护 339
附 3.4.EKF / DCM 检查故障安全 340
附件 4 故障保护相关设置参数 341
附 5 数据融合算法和控制实现 343
附 5.1 软件的基本组成 343
附 5.2 算法数据来源和融合 345
附 5.3 卡尔曼滤波融合算法（EKF） 352
附 5.4 相关参数及意义 354
附 6 L1 制导律及其工程应用 366
附 6.1.工程上常用的制导方法及其特点 366
附 6.2.L1 制导律基本内容 367
附 6.2.1 L1 制导律基本思想 367
附 6.2.2 直线路径 368
附 6.2.3 曲线路径 369
附 6.2.4 圆形路径 369
附 6.3.稳定性证明 371
附 6.4. L1、PD、比例导引制导律之间的关系 373
附 6.5.L1 频域分析和参数设计 374
附 6.5.1 频域分析 374
附 6.5.2 参数设计 377
附 6.6 总结 377
附 7 总能量控制(TECS)及其实现 378
附 7.1 概述 378
附 7.2 总能量控制公式推导 378
附 7.3 总能量控制方法的实现 380

附 7.4 参数确定 382
附 7.5 总结 385
附 8 接口定义文档 385
附 8.1 天鸿-1/3/5 线序表 385
附 8.2 天鸿-2 线序表 397
附 8.3 天鸿-6 线序 399
附 8.4 天鸿-7 线序表 407
附 8.5 开阳惯导 410
附 8.5.1 产品性能参数 410
附 8.5.2 加速度计和陀螺仪的坐标系 411
附 8.5.3 系统硬件接口和通信协议 412
附 8.5.3.1 硬件接口 412
附 8.5.3.2 通信协议 413
附 8.5.3.3 说明与举例 415
附 8.5.4 天鸿系列飞控使用 416
附 8.6 天枢卫星定位系统 417
附 8.6.1 天枢-2 RTK 417
附 8.6.2 天枢-3GNSS 419
附 8.7 天权数传线序 421
附 8.8 玉衡-1(YH-1)空速计线序 422

第一部分：地面站使用

1. 地面站简介

(一) 下载地址

地面站下载地址：

链接：https://pan.baidu.com/s/1gEIc47hwG4fKUhVH1yMChg?pwd=hxts

提取码：hxts

(二) 总体特点

无人机、无人车等无人装备具有较大的运动范围，操纵人员很难对这些装备到达的区域进行实地考察地形。地面控制终端是设备使用者在控制中心对设备进行任务规划、运行状态监控。该系统根据实际需求针对性的开发的一款人性化、操纵友好的系统。

相较于市场其他的地面站产品，天鸿地面站以智能化、多维交互为技术突破口，打造以航空大语言模型、云端协同为核心的智能化、复杂场景下的任务需求。同时，针对飞手培训、编队飞行、协同搜索、巡防巡检等行业需求，进行了针对性的设计和优化。

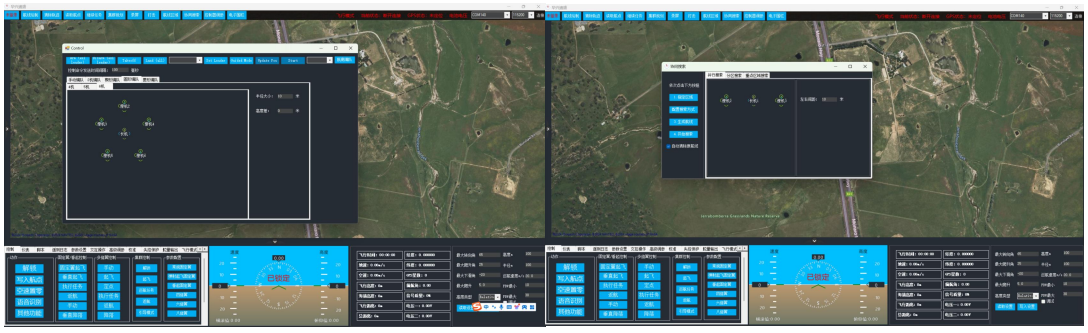
该地面站系统具有的优势包括：

- 友好的人机界面，使用控制方便；
- 具有不添加硬件成本的云端飞行管理、大语言模型等智能化功能；
- 控制-管理-数据分析一体，满足飞手培训、编队飞行、协同搜索、巡防巡检等行业应用需求；
- 经过硬件、软件、地面站的综合优化，毫无使用经验的作业人员经过6个小时的培训，就能完成无人机的飞行和使用。

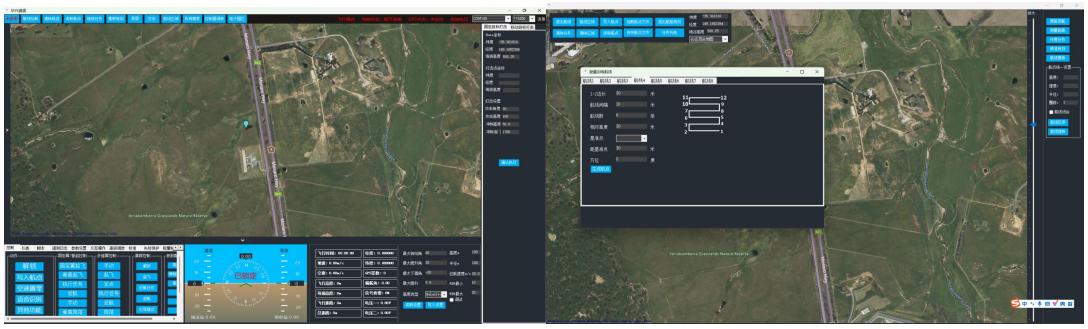
图 1.1 通用地面站系统

(二) 行业应用

为了适应行业应用的需要，该地面站系统针对性的开发了“集群规划”、“协同搜索”、“打击”、“飞手培训”等功能。



集群规划 **协同搜索**



目标打击 **飞手培训**

图 1.2 行业应用功能模块

(三) 云端管理

结合高效的实时网络，打造全场景下的无人机、飞行员、用户、监管者直接的沟通桥梁，实现飞行-管理-服务-监管为一体的端到端的数字化应用场景，并结合人工智能技术，实现

更加安全、高效、人性化服务的超级连接平台。

该平台是面向农林植保、消防应急、巡防巡检、飞手培训等行业应用的飞行管理、控制、任务应用的多机实时管理平台。能够支持飞行数据、视频实时传输，支持多架无人机同时在线作业。

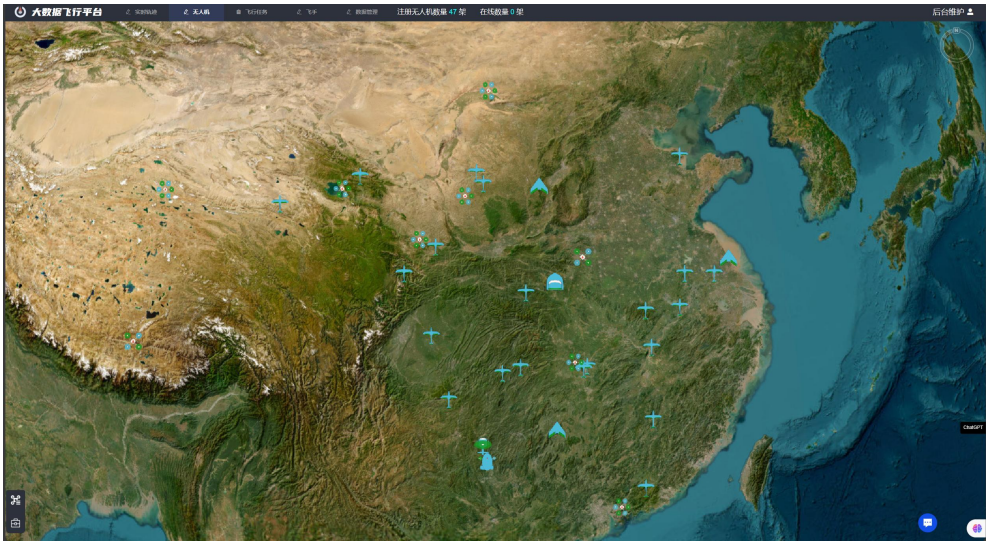


图 1.3 飞行管理平台

（四）大语言模型

针对日常维护，行业应用等无人机领域常见的问题，以及故障预警、智能优化等实际需求，公司针对性的驯良了行业大模型“小航”。天鸿地面站支持“小航”行业大模型，为客户提供应用过程中的使用建议。

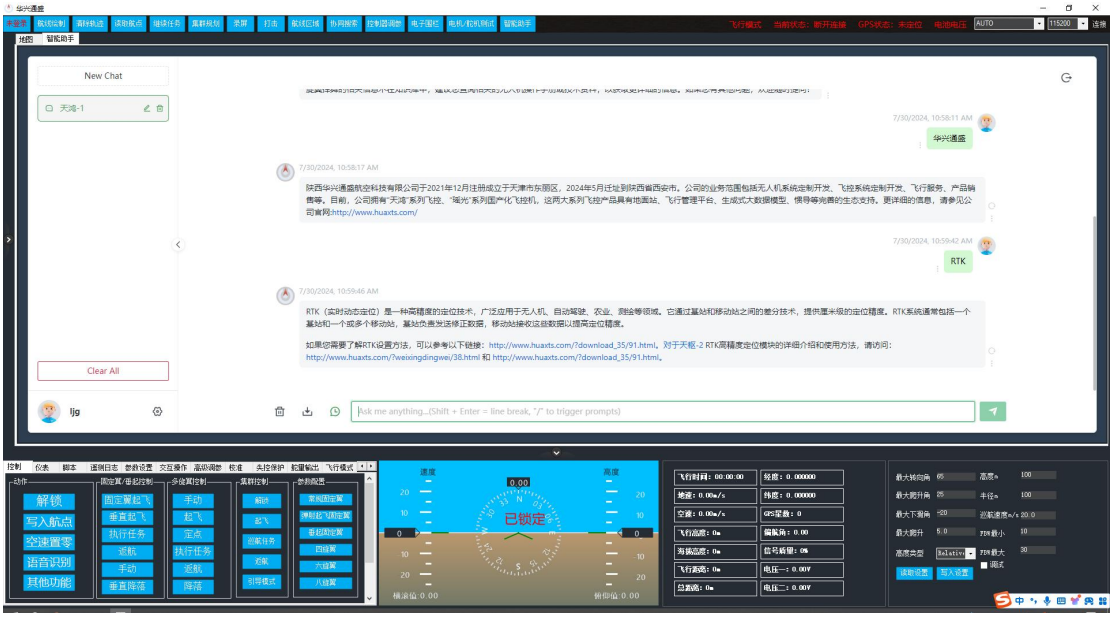


图 1.4 智能助手“小航”

2. 基本功能介绍

系统启动后的主界面如图2.1所示：

图 2.1 系统主界面

在该界面中，主要功能区域如图2.2所示。

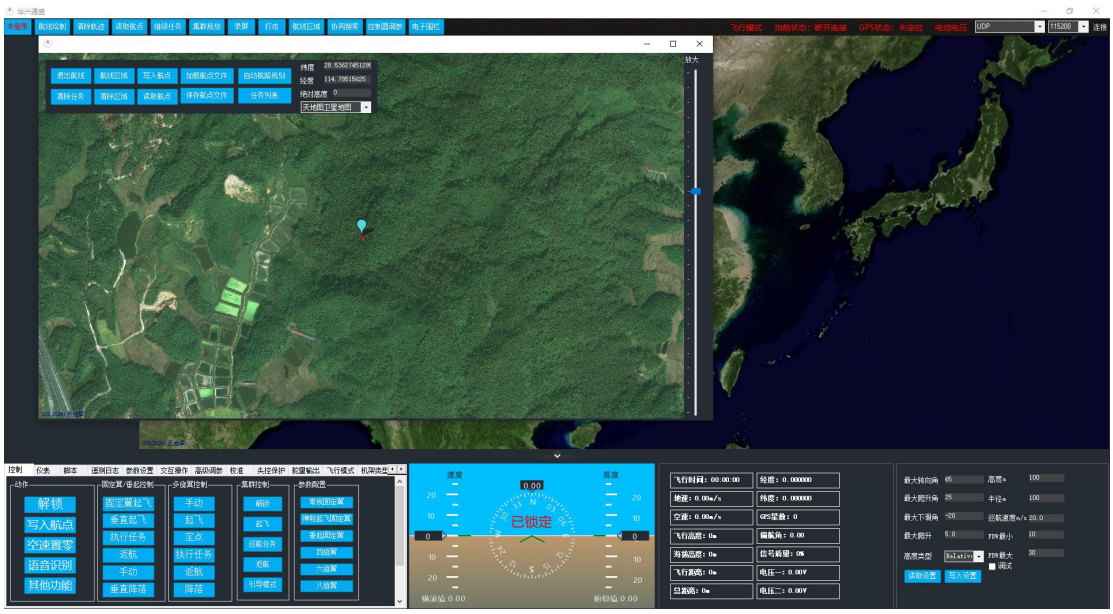
图 2.2 主界面主要功能

2.1 功能区

位于界面左上方功能区域各按钮的功能如下：

登录：该登录界面是建立和飞行管理平台间的数据通信，用户应用已注册的账号、密码进行登录。

航线绘制：当单击该按钮后，将弹出航路规划界面。在新的界面中，用户课进行更加详细的飞行航路规划。

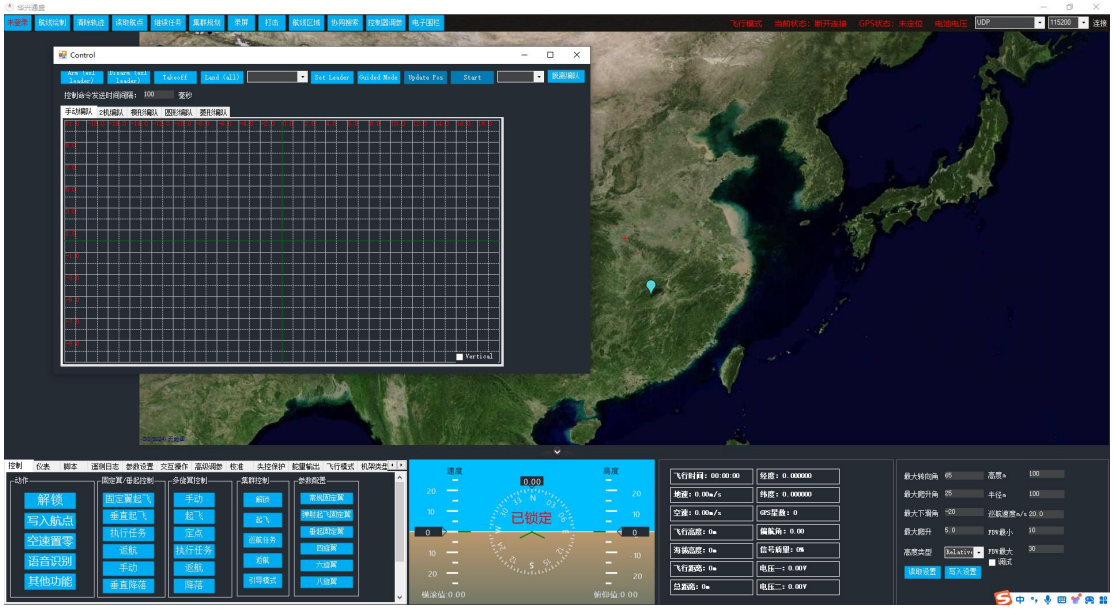


清除轨迹：当无人机飞行时，会在主界面中留下飞过的飞行航迹。单击该按钮后，可以清除掉无人机留下的航迹。

读取航点：单击该按钮，可以读取已经写入飞控中的航线信息，并将这些航线在主界面中显示出来。

继续任务：在以“任务”模式飞行，因某种原因切到其它飞行模式时，单击该按钮可以续接原来的任务点继续以“任务”模式飞行。

集群规划：单击该按钮，弹出集群规划界面。



录屏：单击该按钮，启动录屏功能，可以录制飞行过程中的地面站画面。

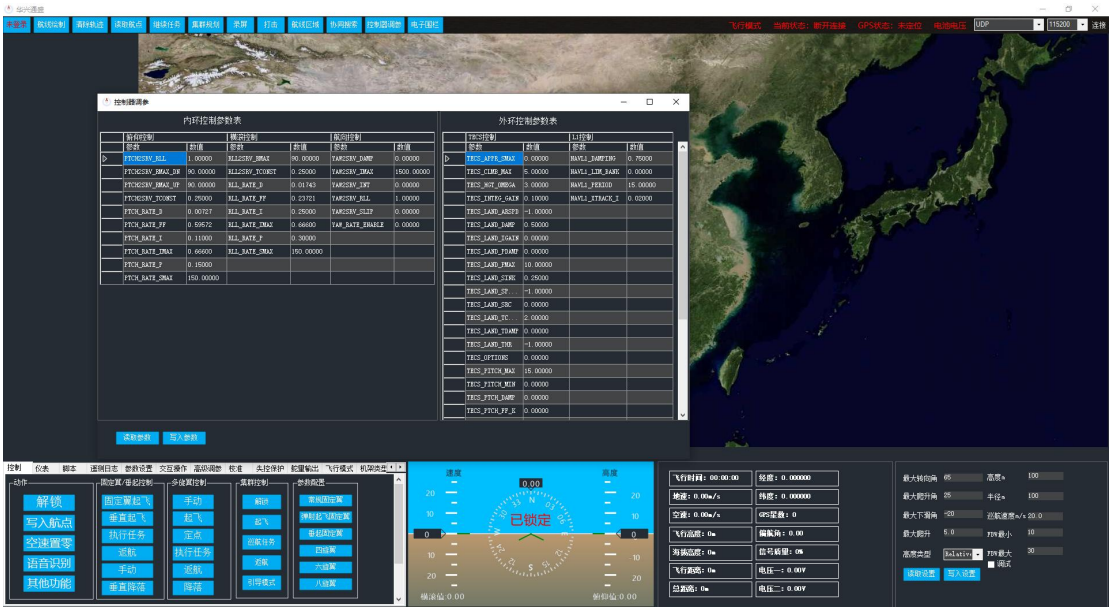
打击：单击该按钮，启动对固定目标和机动目标的打击功能。

航线区域：单击该按钮，可以在地图上选取一个封闭的区域，以便作为飞行边界、自动

生成航线等后续操作。

协同搜索：单击该按钮，弹出协同搜索界面。

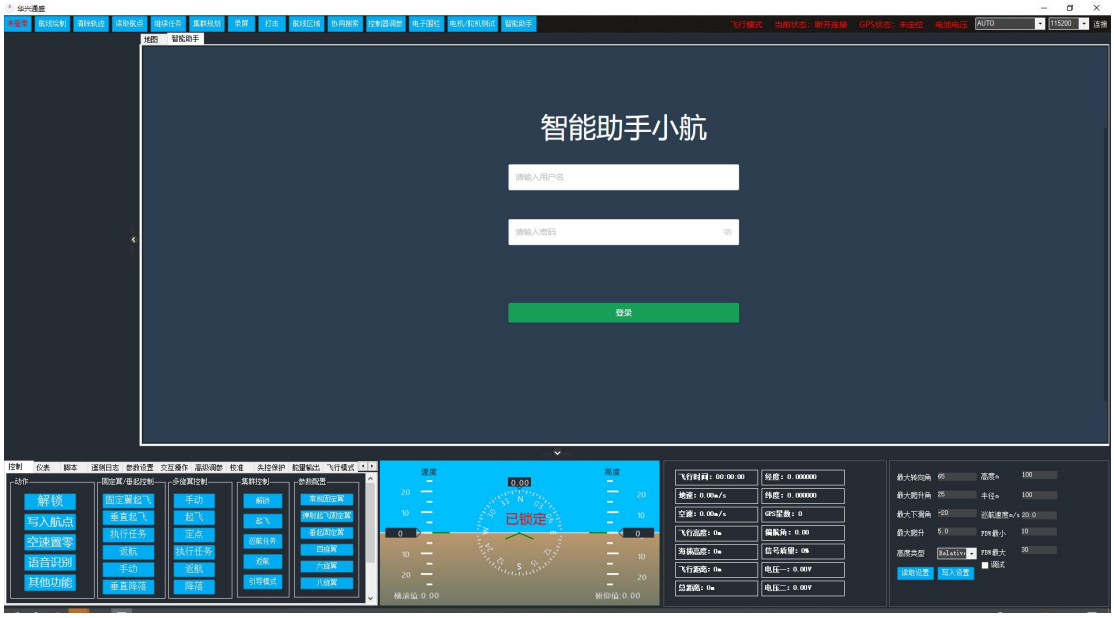
控制器调参：单击该按钮，弹出控制和制导常用的参数，通过该界面，可以方便。全面的调整控制器的参数。



电子围栏：和“航线区域”配合使用，给无人机设定电子围栏。

点击/舵机测试　用于电机/舵机等执行机构的调试。

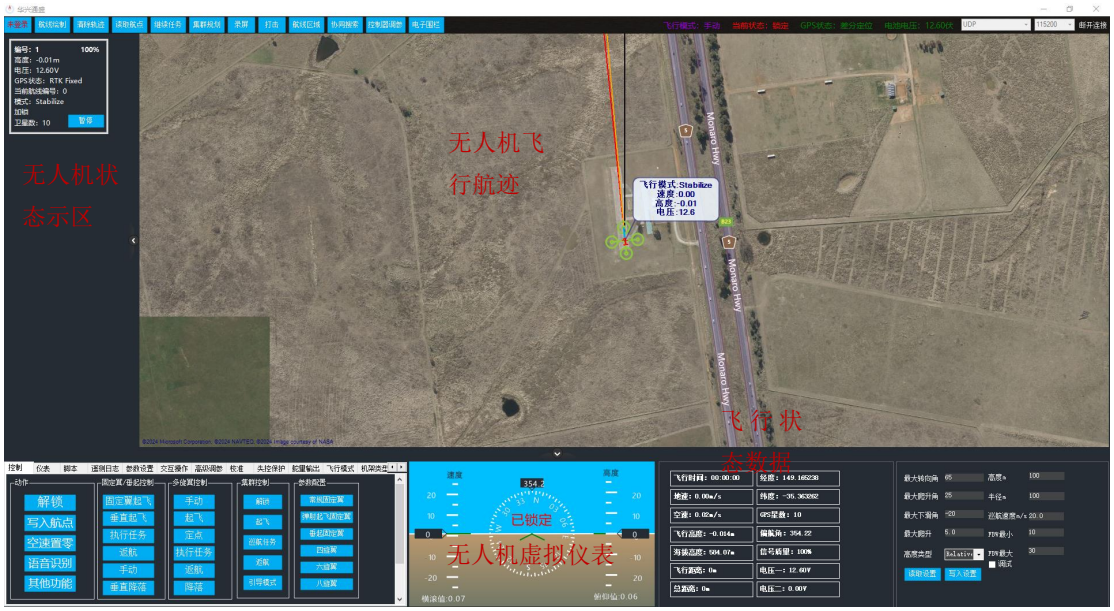
智能助手 启动智能助手交付界面。注意：登录账号和飞行管理平台是通一个，即：账号密码注册统一在飞行管理平台注册，注册完成后飞行管理平台、地面站登录、智能助手统一账号登录应用。



2.2 状态显示区域

该区域位于地面站的有上角，主要用于显示无人机的“飞行模式”、解锁/上锁状态、卫星定位系统的定位状态、系统电池电压，以及无人机和地面站间通讯方式、波特率等信息。

此外，用于飞行状态显示的还包括如下区域：



2.3 飞行操作区

该区域位于地面站主界面的左下角，由多个完成飞行、飞行参数配置的功能界面。其中，系统开机默认的功能界面如下：

1）控制　该界面是系统启动的默认界面，主要分为六大操作区域：动作、固定翼/垂起控制、多旋翼控制、集群控制、参数配置，以及拖动该区域右边下滑条显示出来的开关量控制。

“动作”主要完成无人机系统的解锁/上锁操作、写入航点、起飞前的“空速置零”、语音识别、其他功能界面开启等操作。

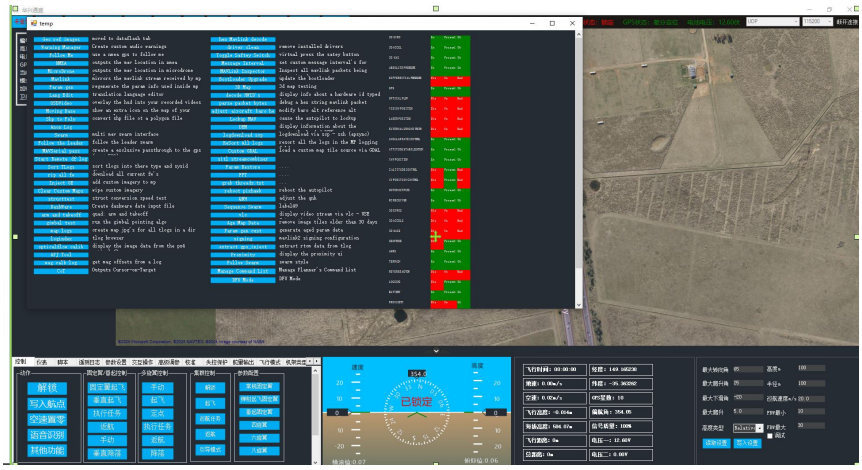
其中，

写入航点将规划好的航线信息上传到飞控机，同时上传到云端飞行管理平台（在完成登录的前提下）；

空速置零是具有空速计的飞行器起飞前应当具备的置零校正操作；

语音识别使得地面站操作人员可以通过语音的方式更改无人机的飞行模型；

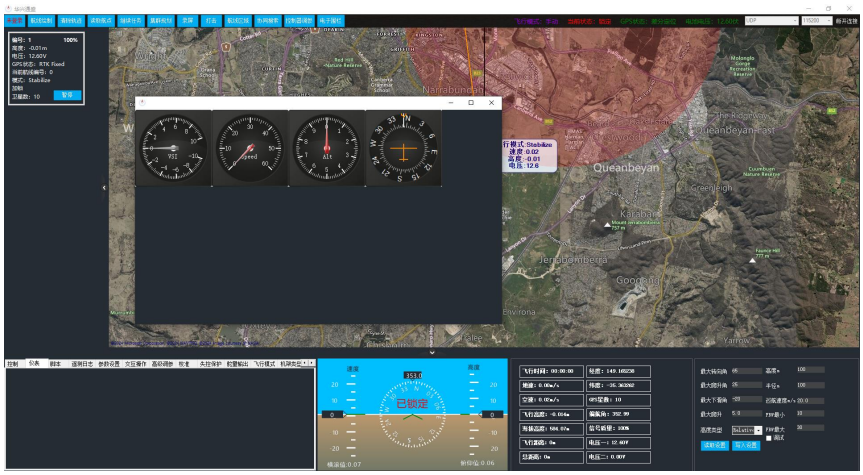
其他功能是打开一切不常用的功能设置。



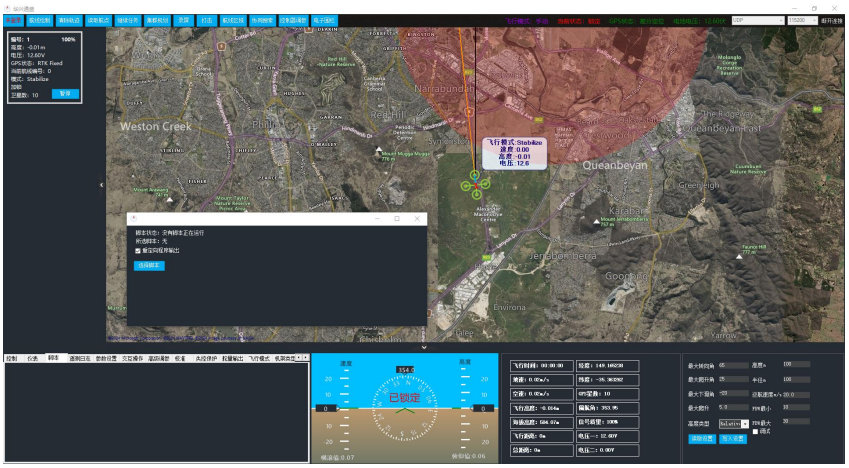
开关量通过设置可以完成诸如开伞、抛投以及其他一些采用开关量的操作。

震动检测用于检测无人机三轴的震动情况。

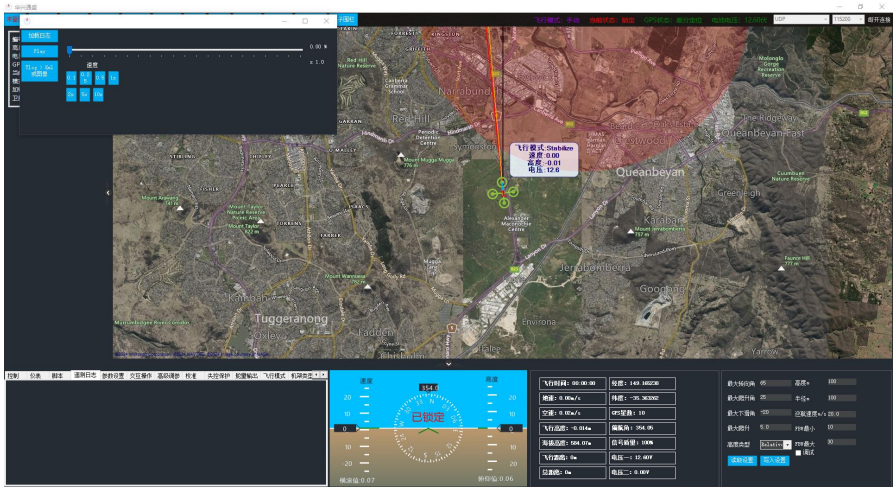
2）仪表 该按钮用于启动虚拟仪表



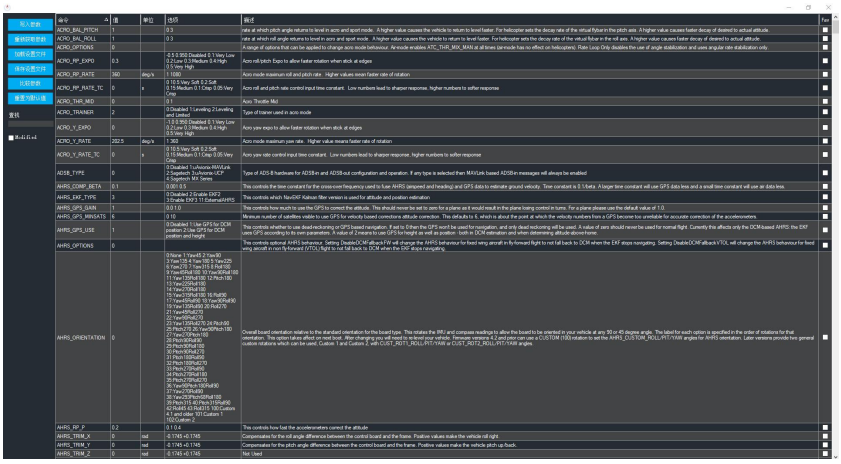
3）脚本 选择合适的脚本文件，用于无人机控制。



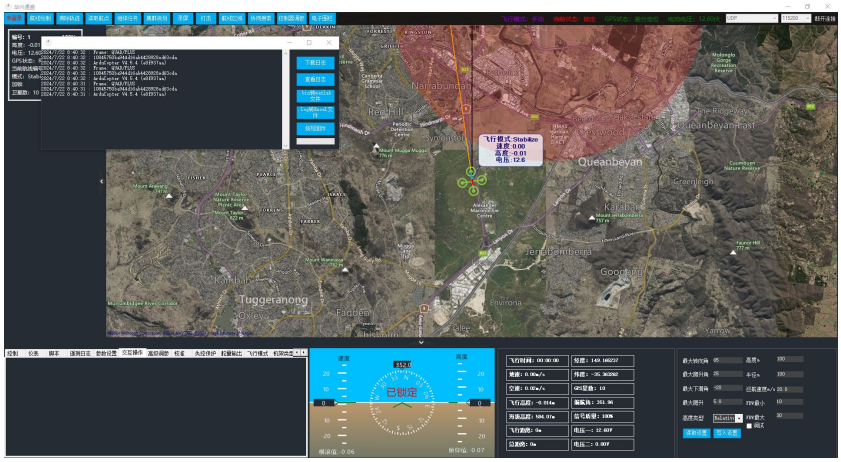
4）遥测日志 用于飞行日志的加载和回放



5）参数设置 在无人机和地面站完成通讯连接的前提下，弹出无人机全部可设置的参数表。



6）交互操作　单击该按钮，将弹出如下交互信息弹窗。



其中，黑色显示区域由于显示系统状态和操作信息；

“下载日志”用于下载并保存飞行日志；

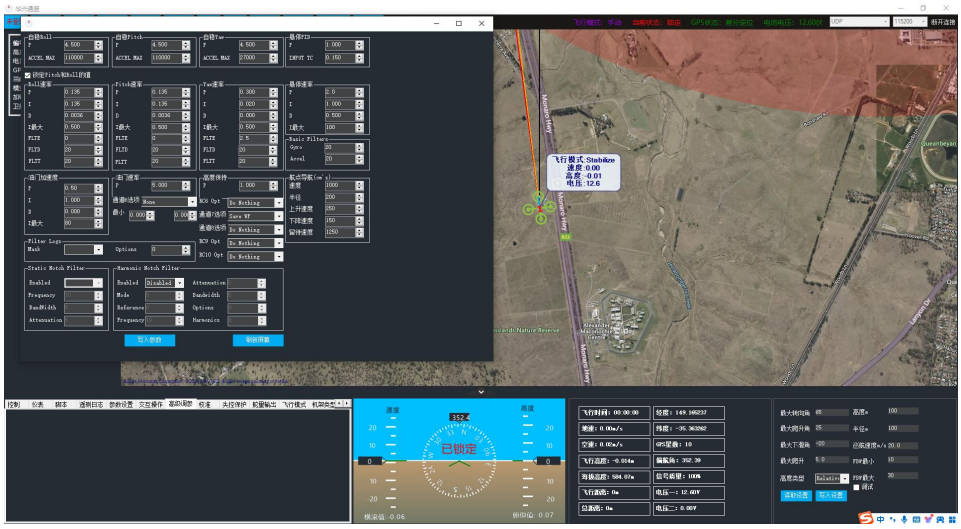
“查看日志”用于已下载完成日志的分析；

“.bin转MATLAB文件”用于将已下载的.bin格式的飞行日志转化成可用于MATLAB软件分析的.mat文件；

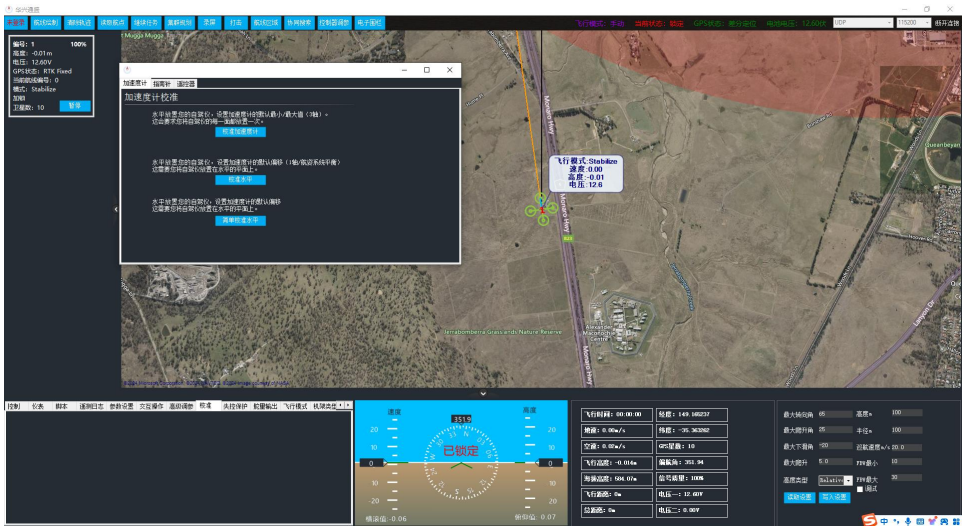
“.Log转exceal文件”用于将已下载的.log格式的飞行日志转化成exceal表格；

“烧写固件”用于给飞控机重新烧写固件，下面为烧写过程的进度条。

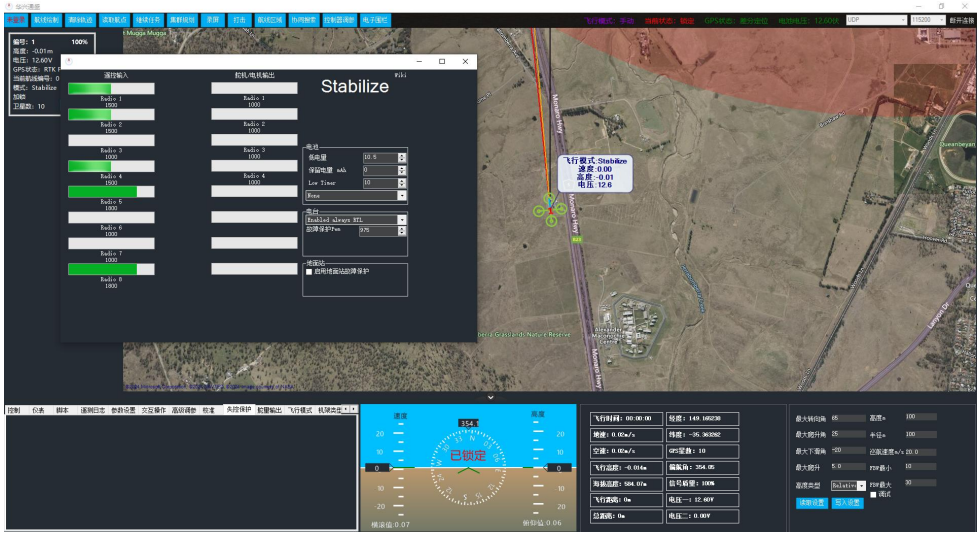
7） 高级调参　用无人机主要控制器参数的调整，以优化飞行性能。



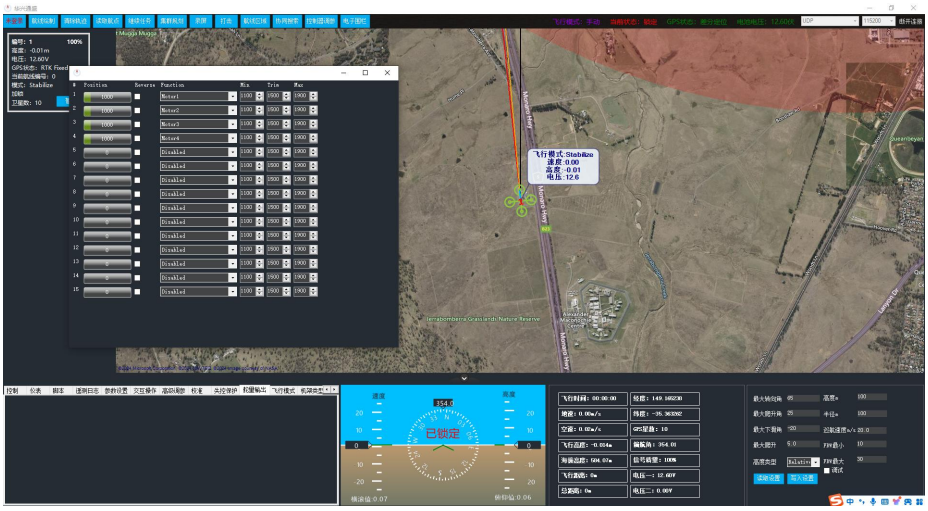
8）校准　用于完成“加速度计”、“指南针”、“遥控器”的状态校正和设置。



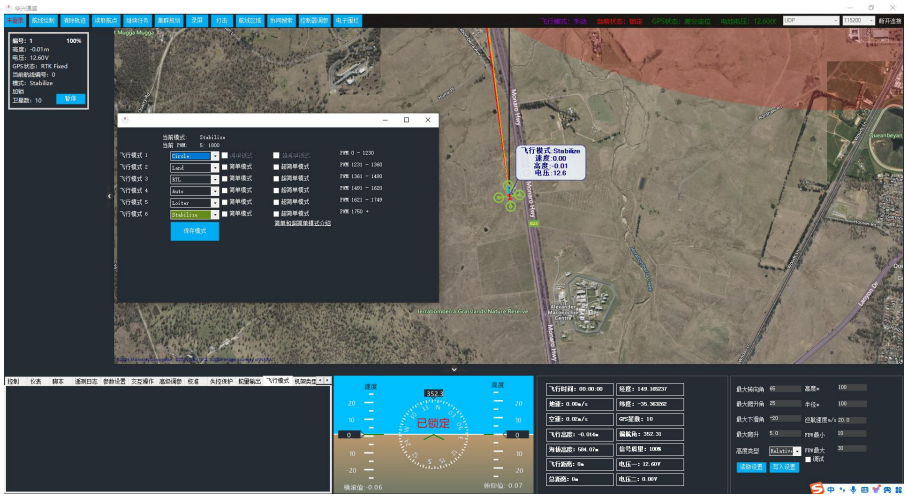
9）失控保护 用于失控保护设置界面



10）舵量输出 用于设置舵量的行程、中立位、以及物理定义映射。

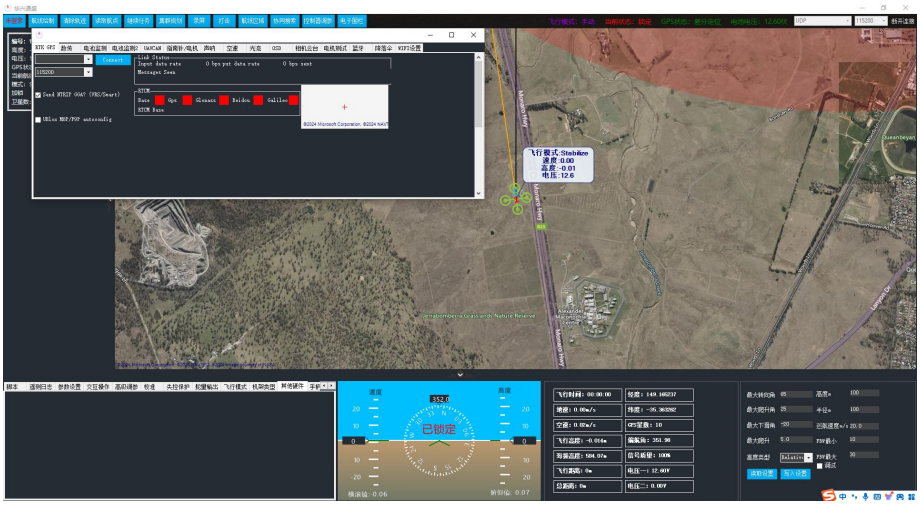


11）飞行模式　设置遥控器开关所对应的飞行模式。

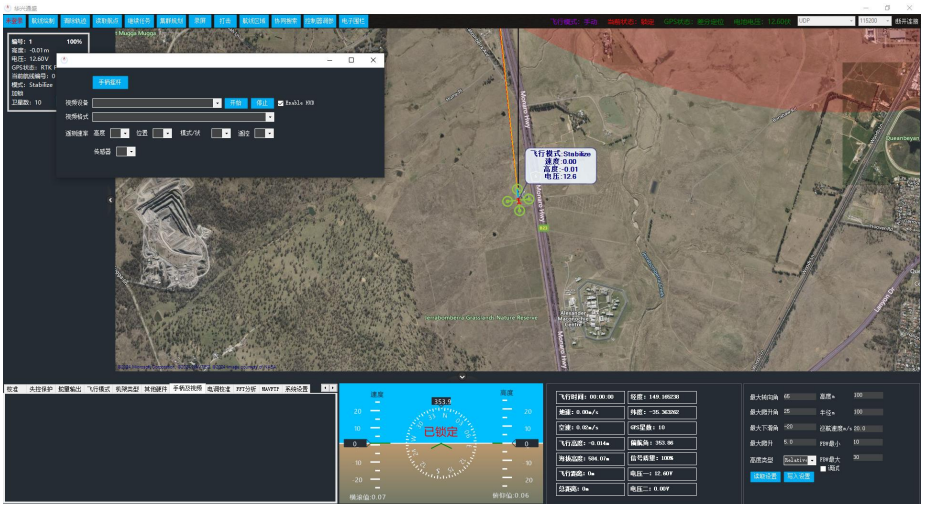


12）机架类型 用设定旋翼无人机的机架形式。

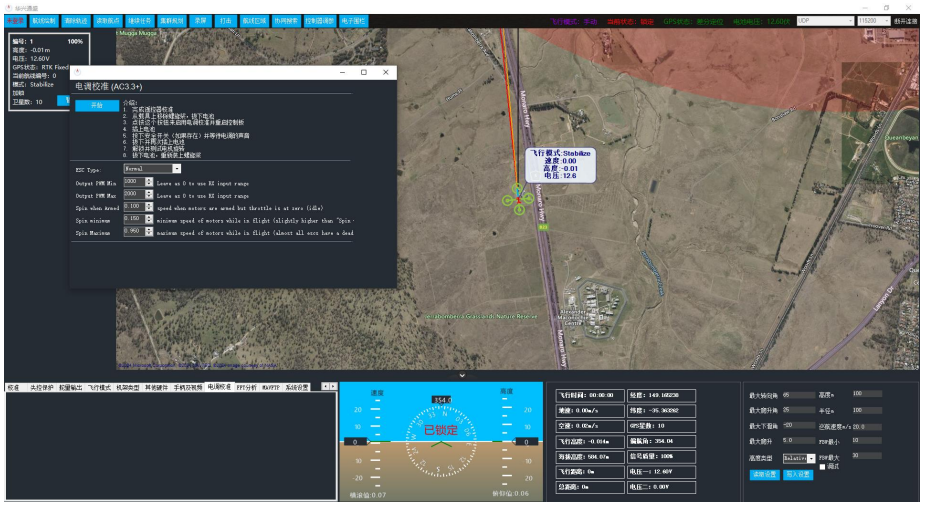
13）其他硬件 主要用于“RTK地面基站”、“空速计”、“声呐”等其他常用外置硬件设备的连接和调试。



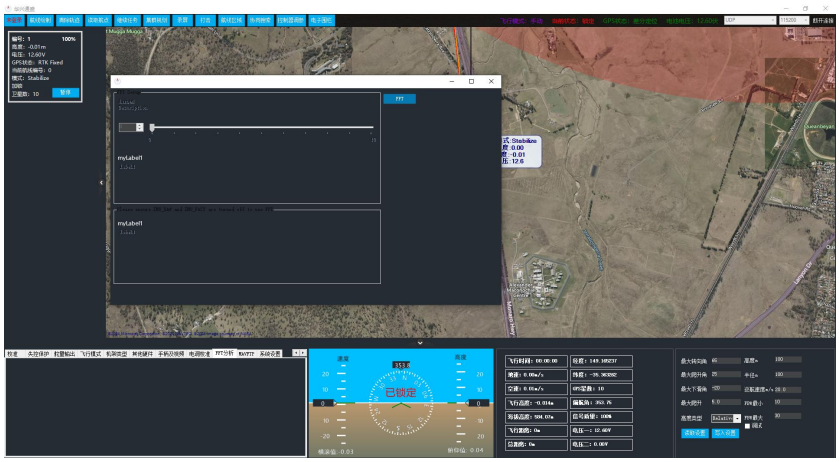
14）手柄及视频　主要用于外置摄像设备的视频画面的接入，以及外置操作杆的接入和设置。



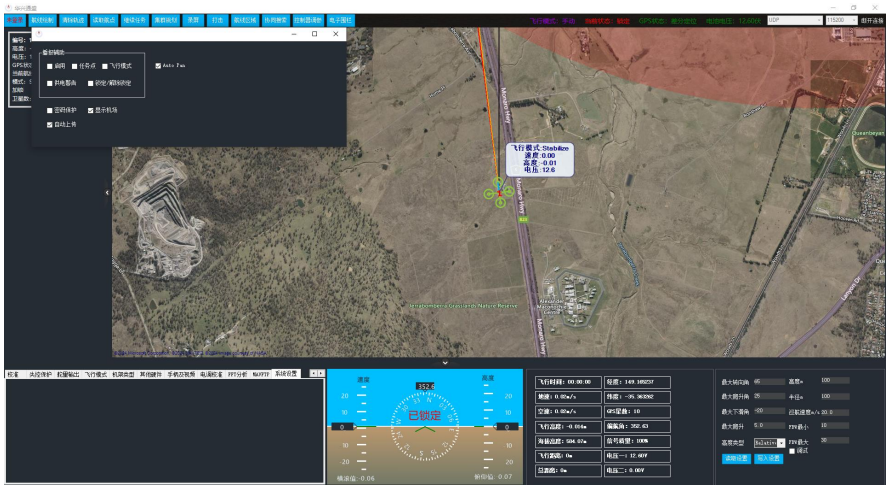
15）电调校准 用电梯设备的校准设置。



16）FFT分析 对无人机震动模态进行分析



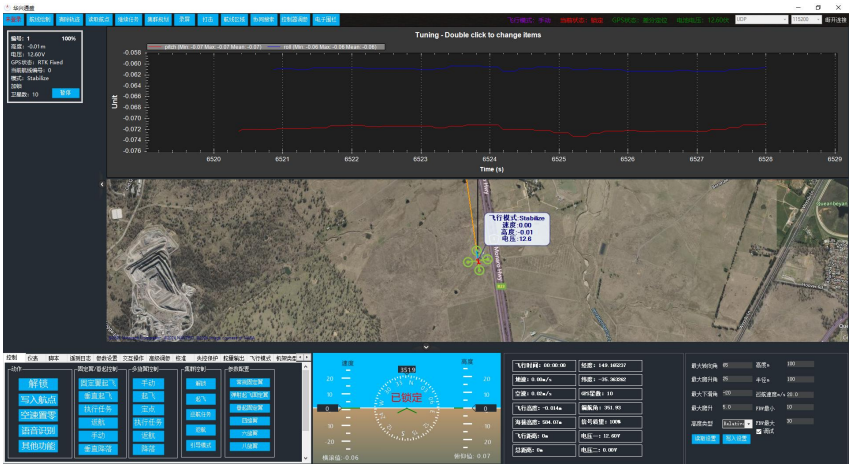
17）系统设置



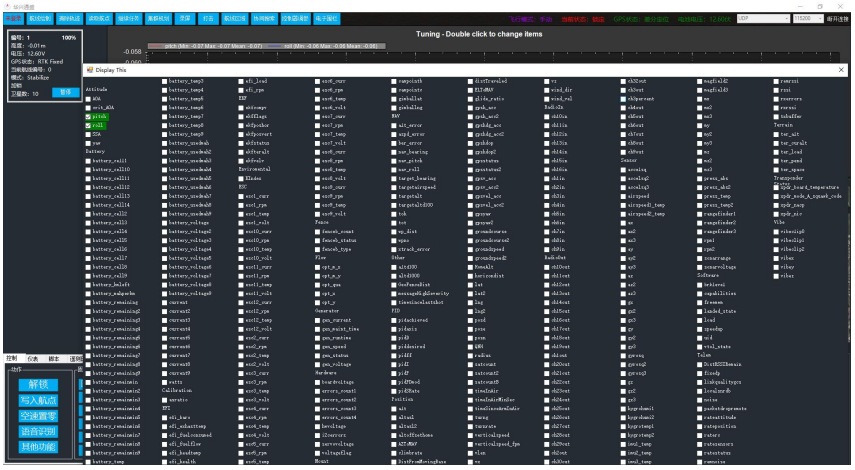
18）其他隐藏的设置功能 在该功能区域的空白处单击鼠标右键，出现“customise”,单击该按钮出现如下可选功能对话框。勾选相应的按键，可以在该区域显示对应的功能按钮。

2.4 飞控参数设置

该区域位于地面站右下角，主要用于飞控器边界报复参数以及飞行速度和飞行高度。勾选“调试”按钮，将弹出无人机飞行状态实时监测窗口，用于显示无人机的实时状态。



双击该窗口的空白区域，可以设置在窗口中显示的数据类型。



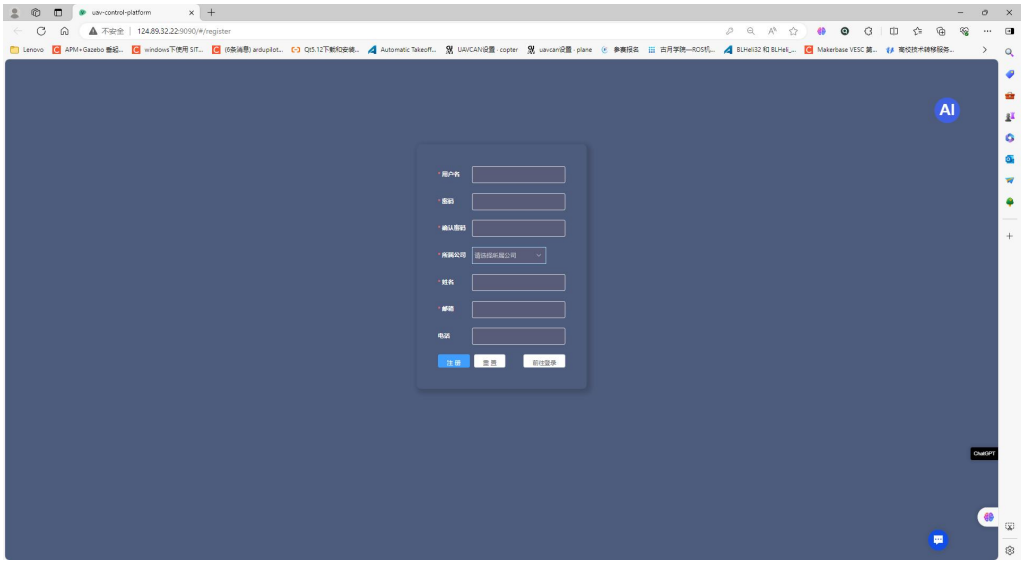
3 使用教程

3.1 系统启动

该地面站系统采用免安装方式，双击“华兴通盛.exe”文件即可启动该系统。系统启动后，首先弹出登录界面。

您可以用已注册的用户名和密码进行登录。登录后，无人机和网络端的飞行管理平台将建立通信联系。

如果您还没有账号和密码，可以单击“注册”进行注册。



如果您的飞行任务不方便进行联网，可单击“取消”，地面站将继续完成接下来的启动工作。

系统启动完成后，会弹出“起飞前检查”提示框，提醒用户会环境及无人机状态进行检查，确认是否满足飞行的要求。

智能助手“小航”登录　地面站启动之后，单击上方的“智能助手”或者地图后面的“智能助手”，进入地面站的智能助手界面。**该功能界面的登录账号密码和地面站启动账号密码、飞行管理平台的账号密码一致。**

3.2 界面调整

系统系统界面可能并不能满足所有的审美和使用习惯，您可以根据使用习惯进行调整。

1 界面上方功能区字体重合、相互叠加问题 该问题您可以通过调整电脑屏幕的分辨率加以解决。具体调整方法为：

(1) 在桌面空白处右键点击鼠标，选择“显示设置”。

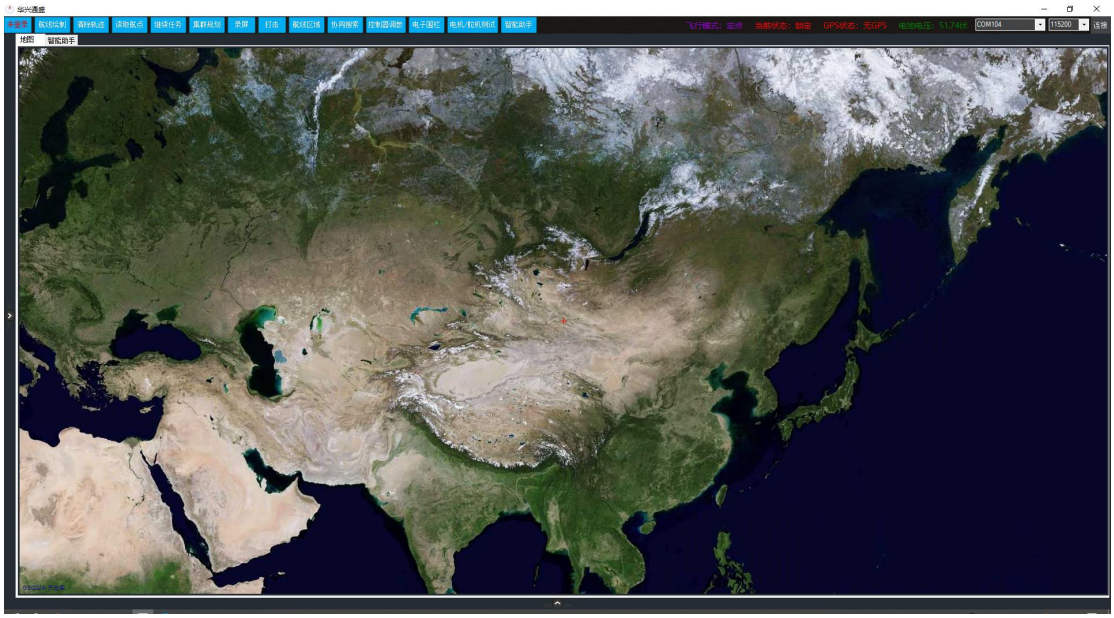
(2) 在打开的设置应用中，选择“系统”，然后在左侧选择“显示”。

(3) 在右侧的“显示”页面中，向下滚动到“缩放和布局”部分，找到“显示器分辨率”一栏。

(4) 点击“显示器分辨率”的下拉菜单，选择一个合适的分辨率选项。通常情况下，最好是选择标记了“ (推荐)”的选项，这是根据您的显示器的最佳分辨率推荐的。

(5) 点击“应用”按钮，系统会提示您是否保留这个更改，如果满意，就选择“保留更改”，如果不满意，就选择“恢复”或者“取消”。

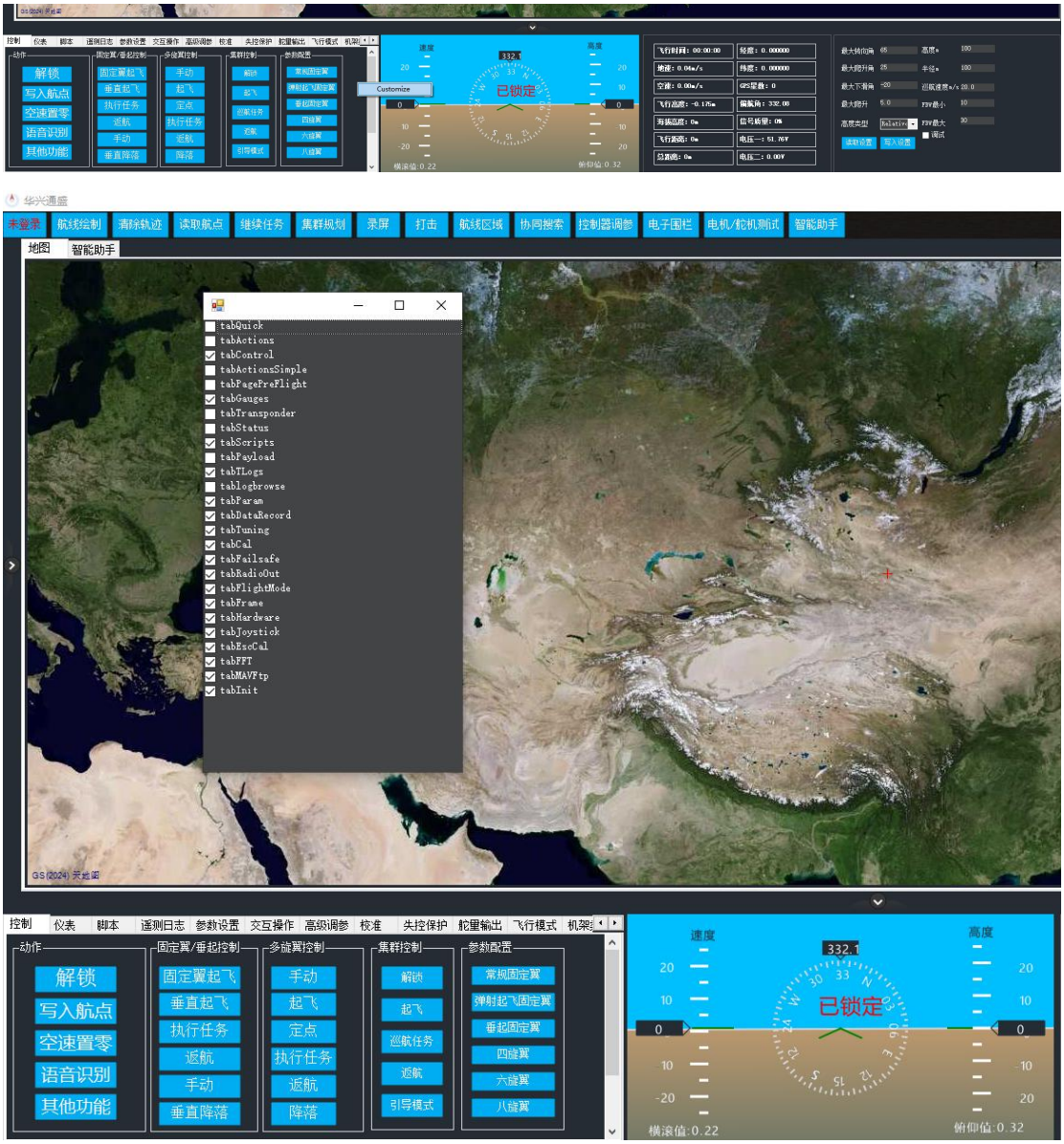
2 调整界面布局 当无人机进入自动航线飞行之后，飞行状态和控制界面可以进行隐藏，此时可以以最大界面显示地图和航迹。



3 显示控制区大小调整 将鼠标放在控制、显示区边框处，可以左右拖动调节各窗口的大小。

4 飞行操作区调整

功能区空白处，单击鼠标右键，出现如下窗体，单击“Customtize”,出现功能区选项弹出。通过勾选，可以确定飞行操纵区显示的按钮。



中英文对应关系如下表所示：

tabQuick	快速
tabActions	动作
tabControl	控制
tabActionsSi地面站le	简单动作
tabPagePreFlight	起飞前检查
tabGauges	仪表
tabTransponder	tabTransponder
tabStatus	状态（尽量不要勾选）
tabScripts	脚本

tabPayload	tabPayload
tabTLogs	遥测日志
tablogbrowse	数据闪存日志
tabParam	参数设置
tabDataRecord	交互操作
tabTuning	高级调参
tabCal	校准
tabFailsafe	失控保护
tabRadioOut	舵量输出
tabFlightMode	飞行模式
tabFrame	机架类型
tabHar dware	其他硬件
tabJoystick	手柄及视频
tabEscCal	电调校准
tabFFT	FFT分析
tabMAVFtp	MAVFTP
tabIni	系统设置

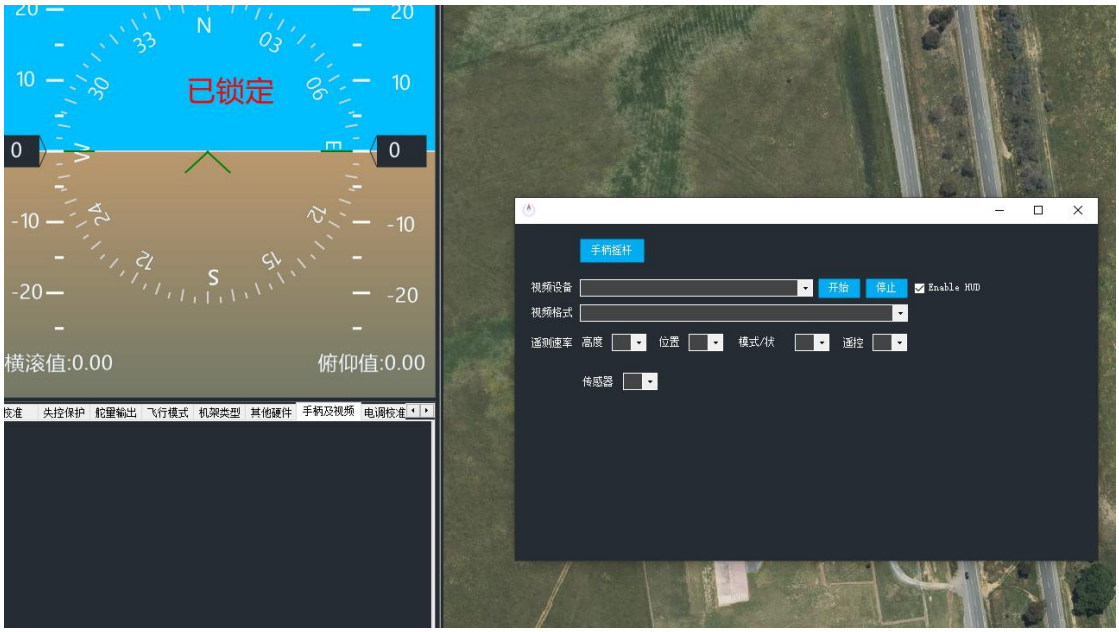
3.3 外置驾驶杆设置使用

1 .将飞行摇杆连接至电脑USB口；

2 .打开“华羽通盛”地面站软件；

3 .联通飞机；

4 .选择“手柄及视频”



4 .点击“手柄遥杆”

5 .设置控制器轴：

X-对应副翼控制

Y-对应生降控制

Z-对应油门控制

Rz-对应航向控制

6 .设置按钮功能；

遥控器按钮“2”对应“But1，功能设置为Arm即解锁”

遥控器按钮“3”对应“But2，功能设置为ChangeMode即模式选择，可选择定点，手动，自动等”

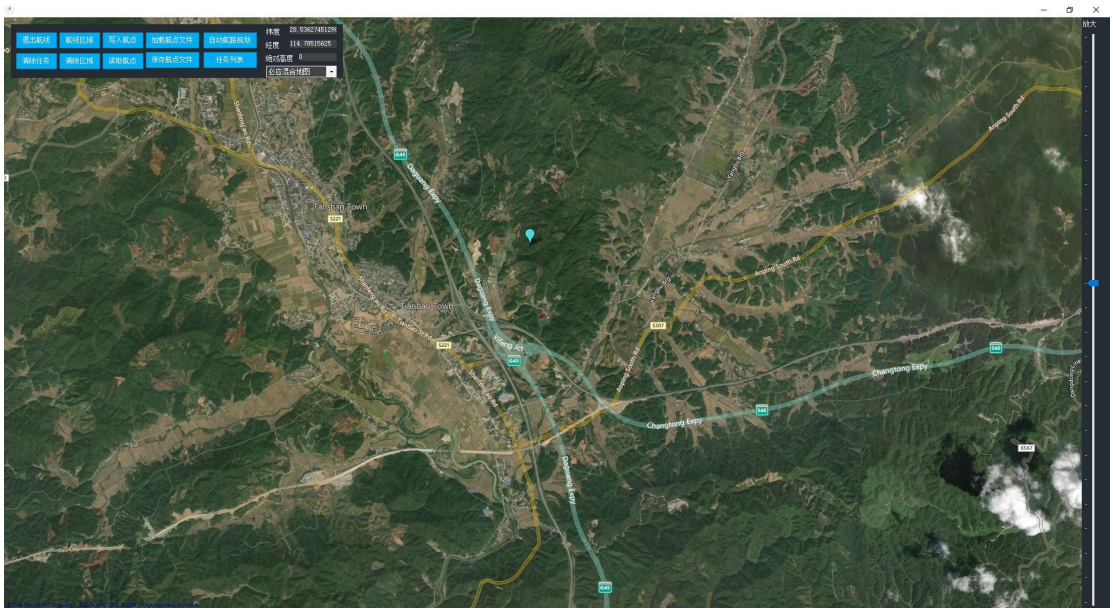
遥控器按钮“4”对应“But3”，功能设置为ChangeMode即模式选择，可选择定点，手动，自动等”。以此类推，遥控器按钮号码数映射到控制设置页后，编号应减少1。

7 .设置好后操作手柄进行通道响应检查；

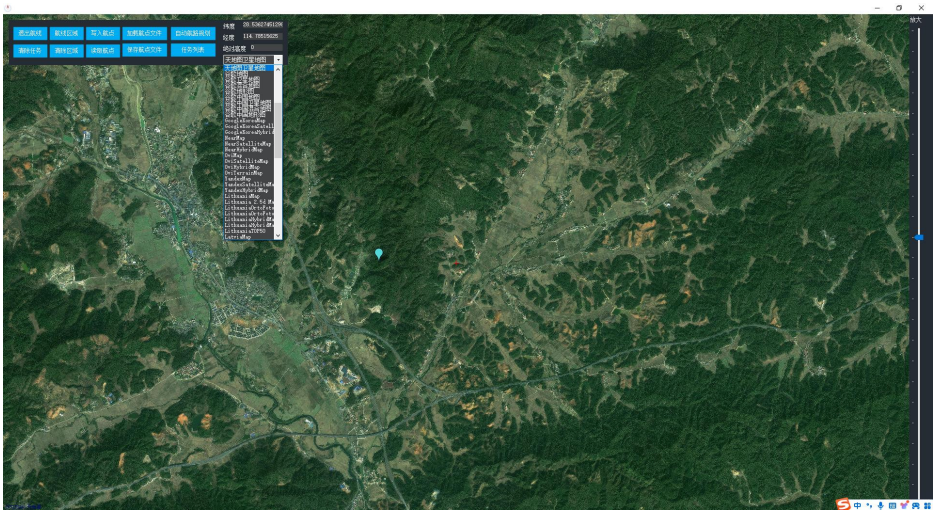
8 .检查无误后可以进行试飞。

3.4 航线规划

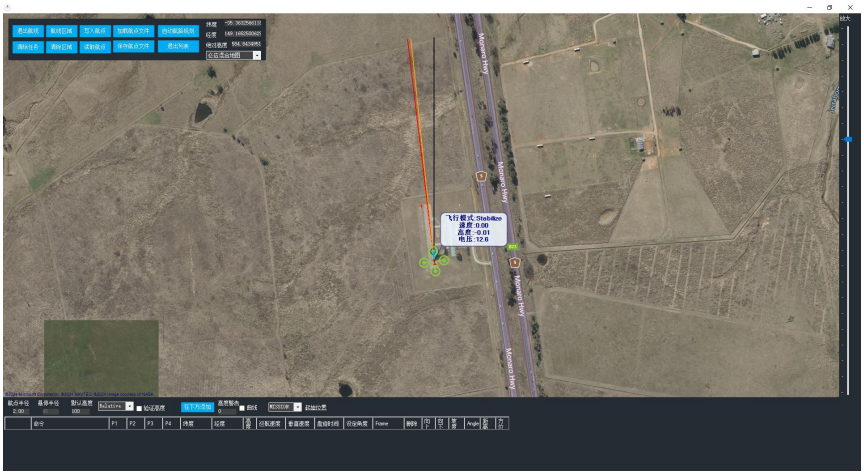
1. 单击主界面“航线绘制”按钮，启动航线绘制界面。



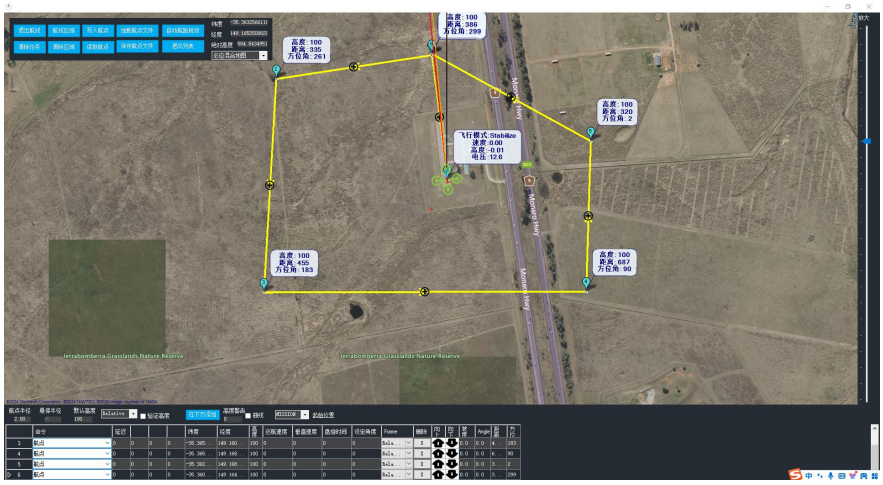
2. 选择地图　建议国内应用采用“天地图卫星地图”，全球应用建议采用“必应卫星地图”。当更改地图之后，需要重启系统才能生效。



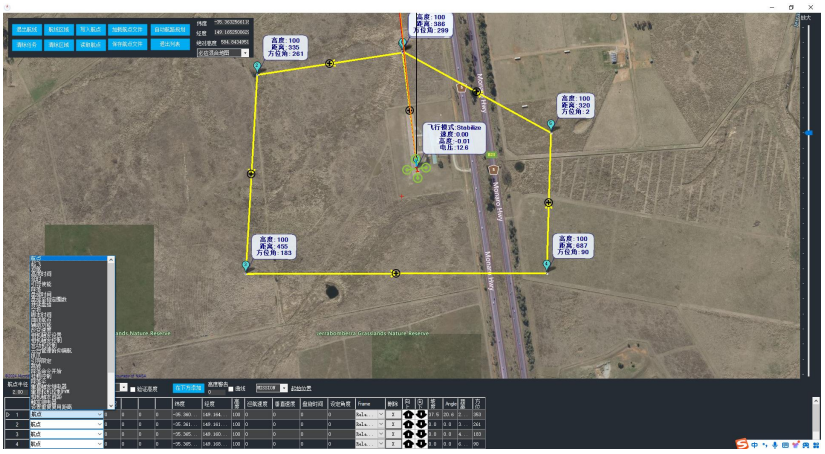
3. 单击“任务列表”，会显示每一航点具体的设置参数设置。



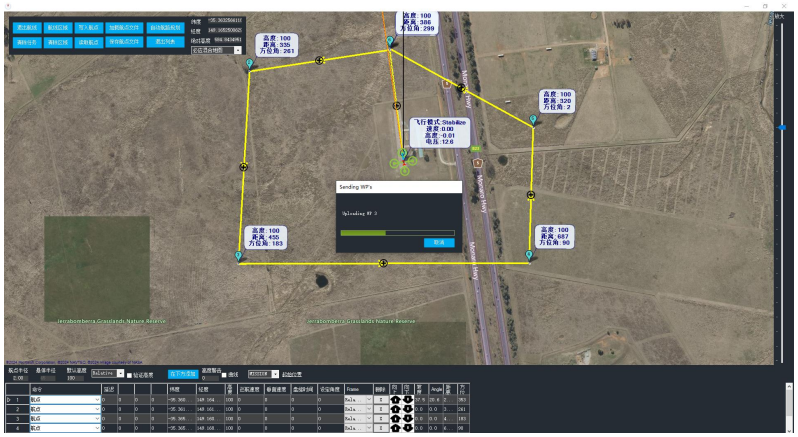
4. 在地图上**双击右键**，可添加航点。



5. 通过下列航点列表，可以对每一个航点参数进行设置。



6. 航点设置完成后，单击“写入航点”，将规划的航点写入飞控机。

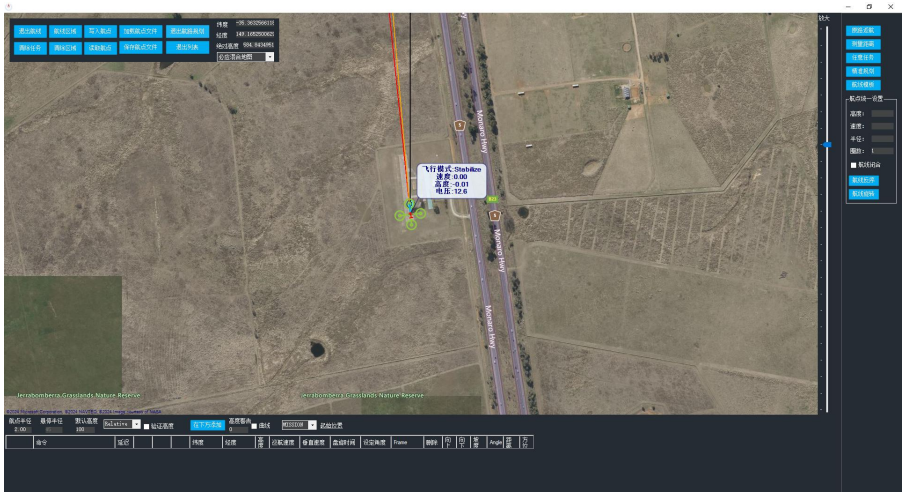


7. 为了验证航点是否完整写入，在主界面中点击“读取航点”，若能完整读取航点，则证明航点已完整写入。

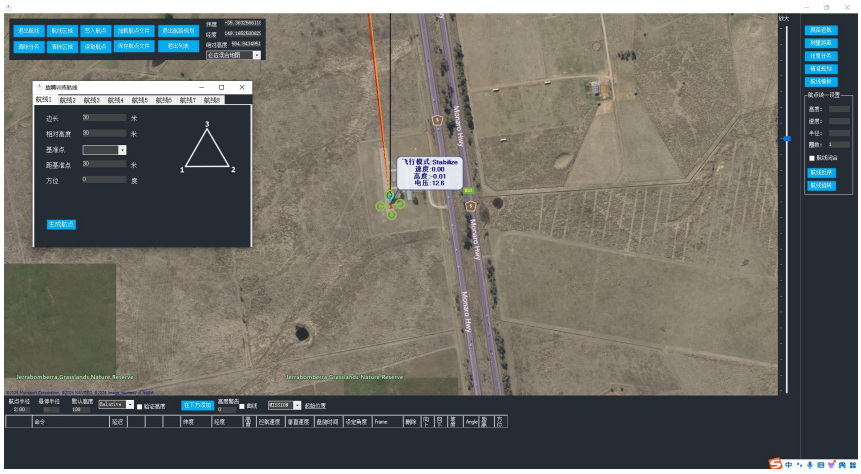
3.5 飞手考证培训应用

针对飞手培训考证行业的需求，该地面站针对性的开发了各项模板航线。具体使用方法如下：

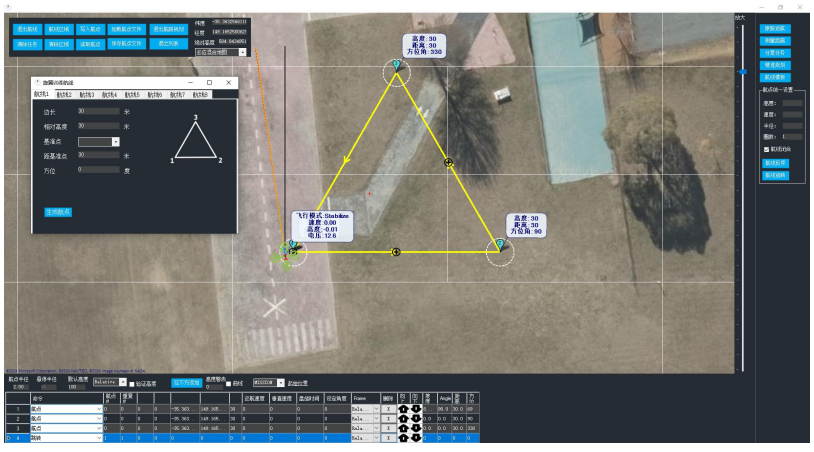
1. 在“航路规划”页面，单击“自动航路规划”，弹出如下界面：



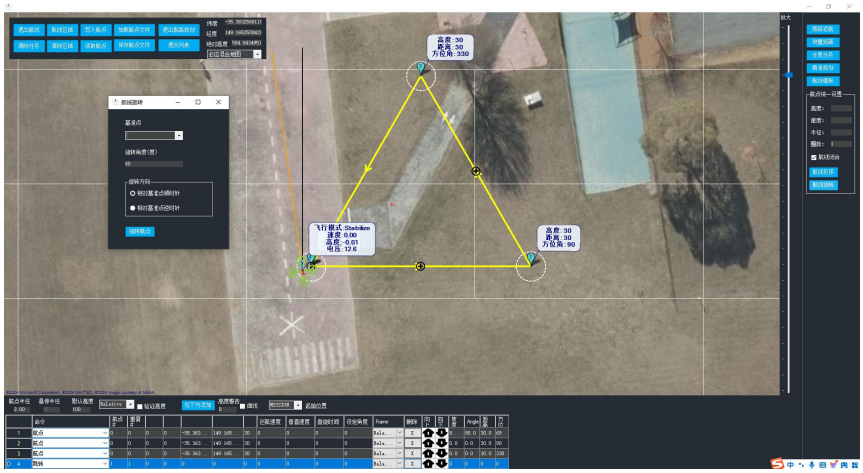
2. 在页面的右面，点击“航线模板”，弹出飞手培训考试做常用的几种航路模板形式。

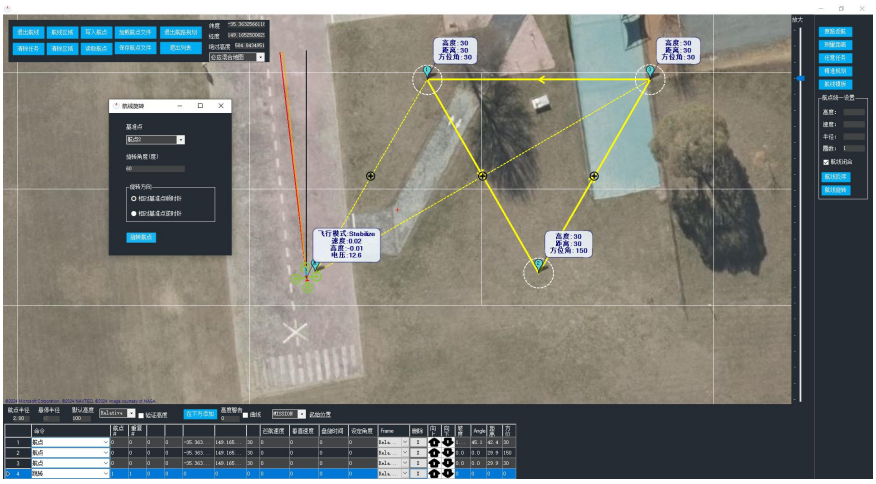


3. 设置模板航点参数，点击“生成航线”，生成对应的航线。

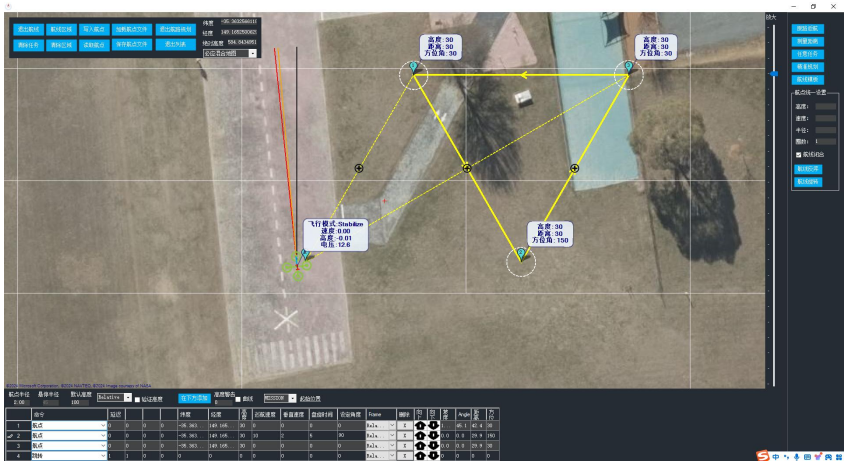


4. 单击右边的“航线旋转”，可对设置的航线进行旋转操作。

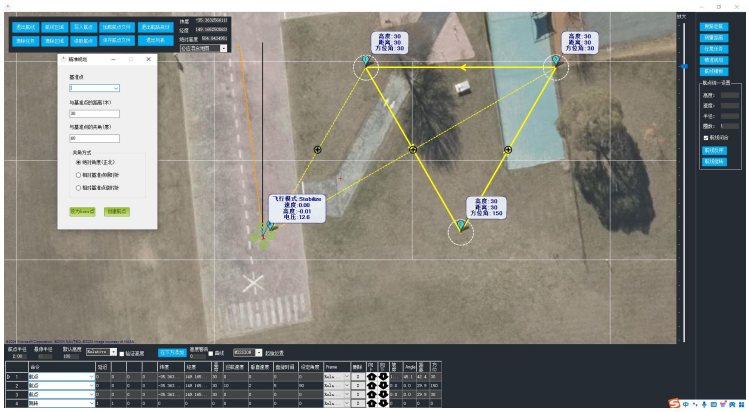




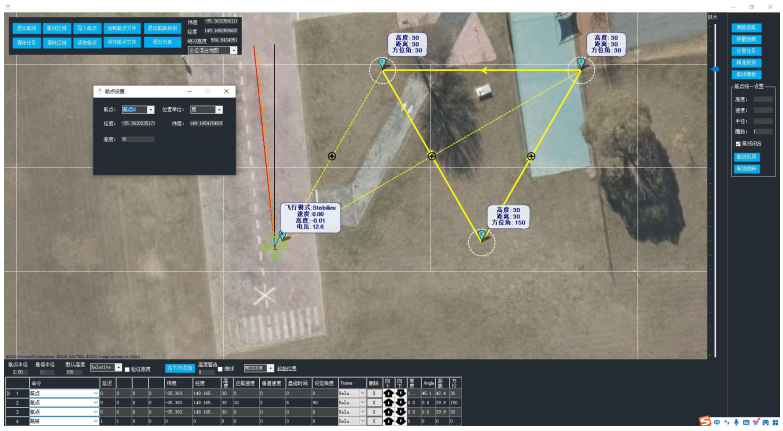
5. 通过下面的航线列表，可对任一航点的速度、高度、航向、悬停时间进行设置。



6. 单击右边的“精准规划”，可以按照要求，精确的设定航点。



7. 单击任一航点，可以按照给定的经纬坐标，精确设定航点坐标。



3.6 编队飞行

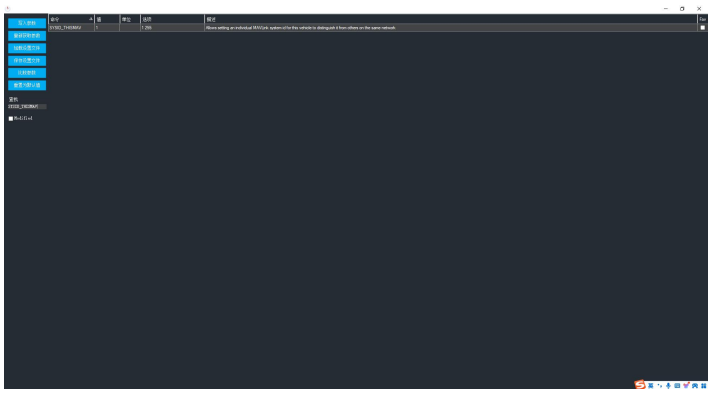
1. 多架无人机连接到同一地面站方法

在地面站上方空白处，单击鼠标右键，出现串口选项框，选择“Connection Options”,弹出串口连接界面，选择合适协议和波特率进行连接。

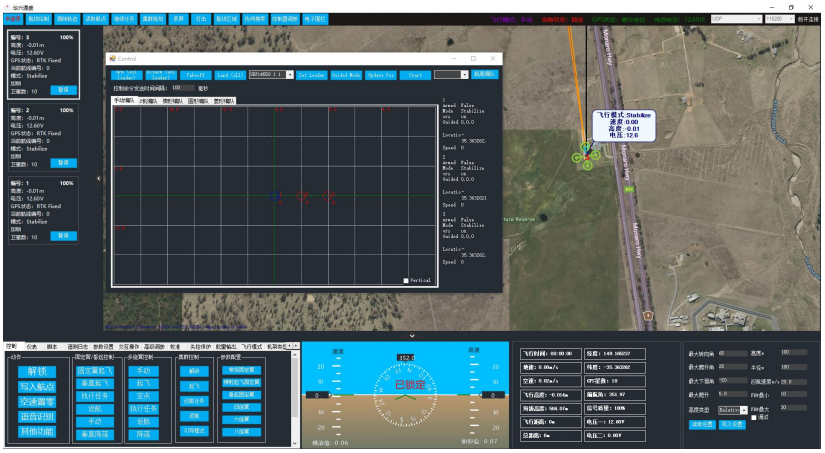
2）编队飞行要确保编队内的每一架无人机的“SYSID_THISMAV”编号不同。

在每一架无人机编号的空白处单击，即可选中该无人机。当某一台无人机被选中后，会高亮显示。

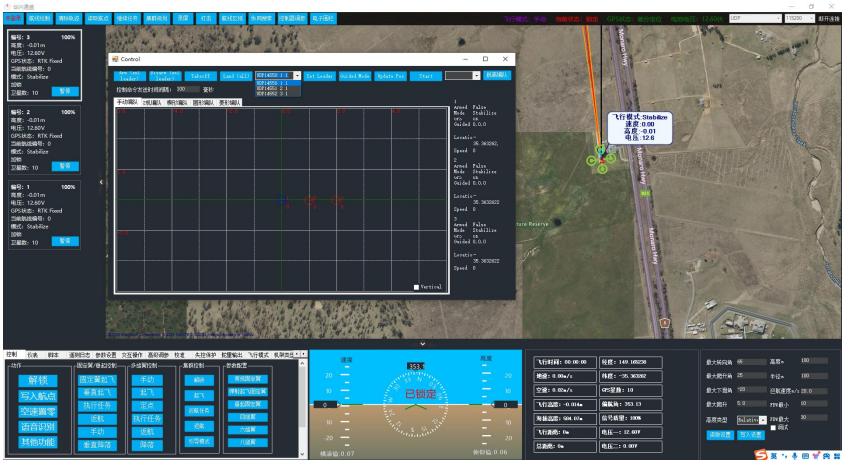
修改该参数可通过“参数设置”中进行修改。参数修改后，重启飞控生效。



3）单击主页的“集群规划”，弹出集群规划界面。



4）通过下拉框，选择并设定长机。



5）“手动编队”可以拖动僚机相对长机的位置，设定编队的队形。编队队形设定之后，单击上传位置（Updata Pos）即上传了编队的队形，单击开始（start）,各无人机按照编队开始飞行。

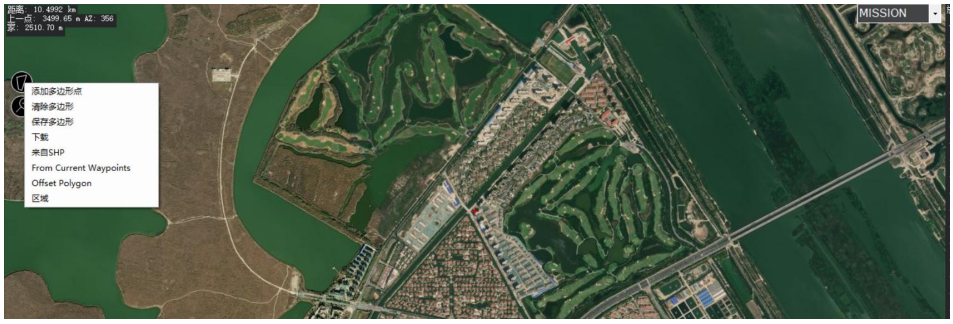
6）除了“手动编队之外”，我们还提供了常见的编队形式。选择队形形式及对应的编队无人机数量，设置对应的无人机相对距离，单击上传位置（Updata Pos）即上传了编队的队形，单击开始（start）,各无人机按照编队开始飞行。

7）设定完成后，僚机将按照设定的编队形式，跟随长机飞行。长机可以是遥控飞方式，也可以是航线自动飞行方式。

3.7 自动航线

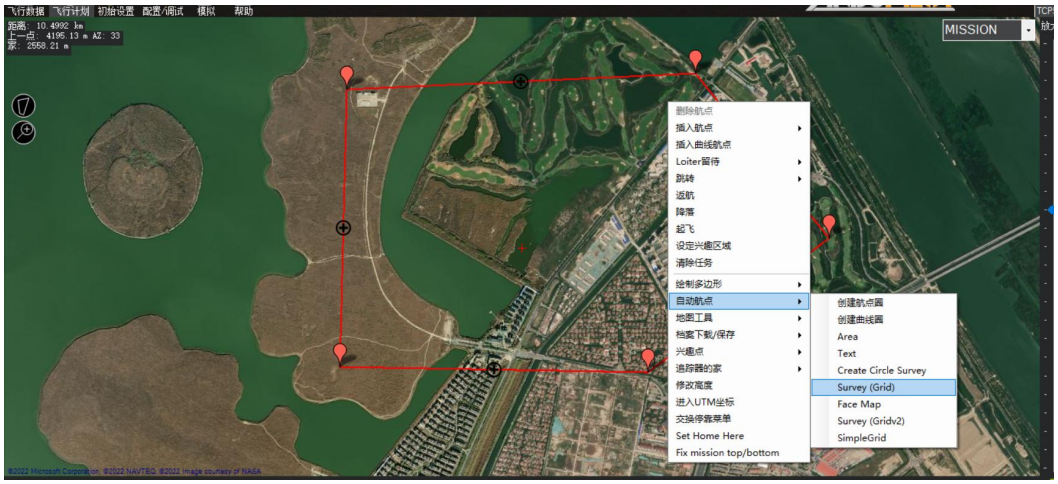
3.7.1 规划多边形区域

1.点击左侧边界按钮。或右键，点击绘制多边形，点击 Draw a Polygon



2. 点击添加多边形点。 鼠标左键点出所需区域。

3. 区域边框为红色。 鼠标右键点击自动航点。survey grid（测量网）



4. 输入数据

Si 地面站 le 普通菜单如下：

Altitude[m]：飞行高度

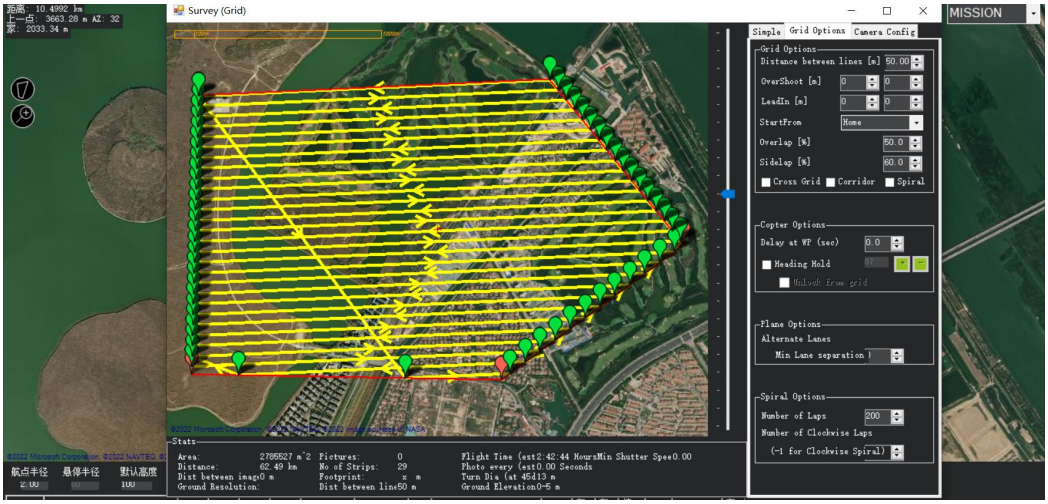
Angle[deg]：角度，deg 是 degree（度）的缩写

Flying Speed（est）[m/s]：飞行速度

boundary：边界

Markers：飞行顺序标记

grid：网格



菜单 Grid Options

Distance between lines[m]：换行距离，默认 50

StartFrom：设定任务起始位置

Home：航点从 home 点开始

BottomLeft：航点从底部左端开始

TopLeft：航点从顶部左端开始

BottomRight：航点从底部右端开始

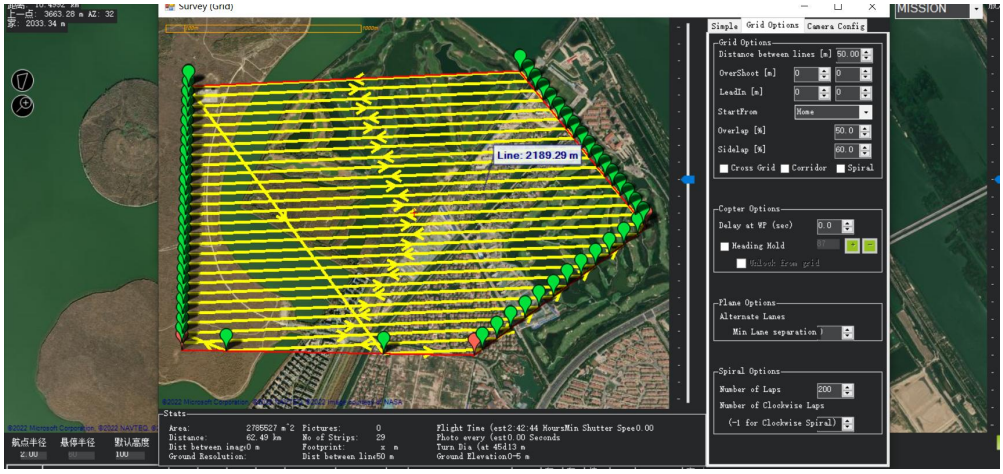
TopRight：航点从顶部右端开始

Point：航点从 home 点开始

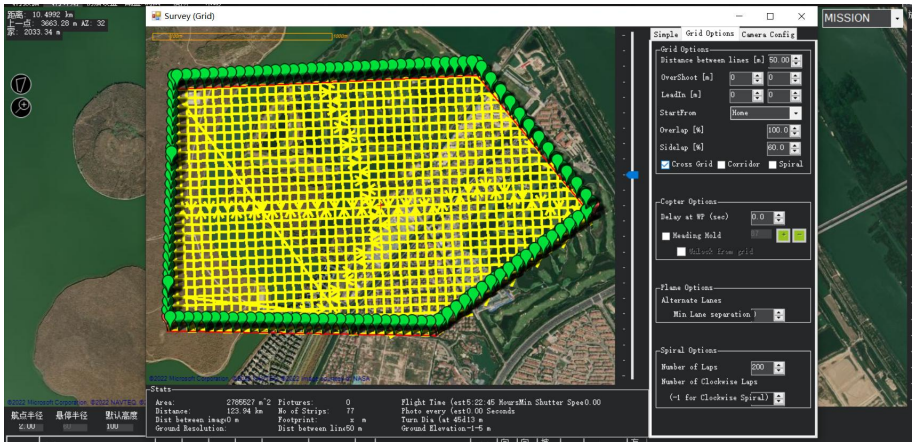
overlap：重叠

sidelap：侧向重叠

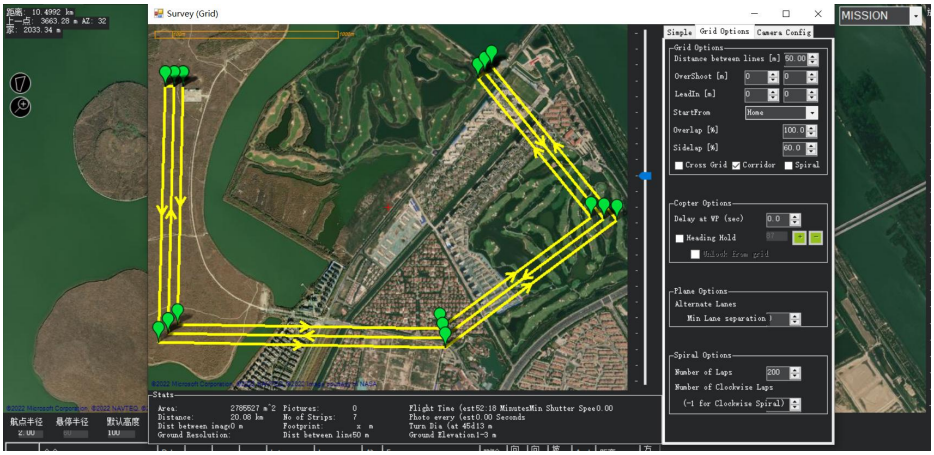
鼠标放在某一航线上方，可以显示其长度



cross grid 纵向网格

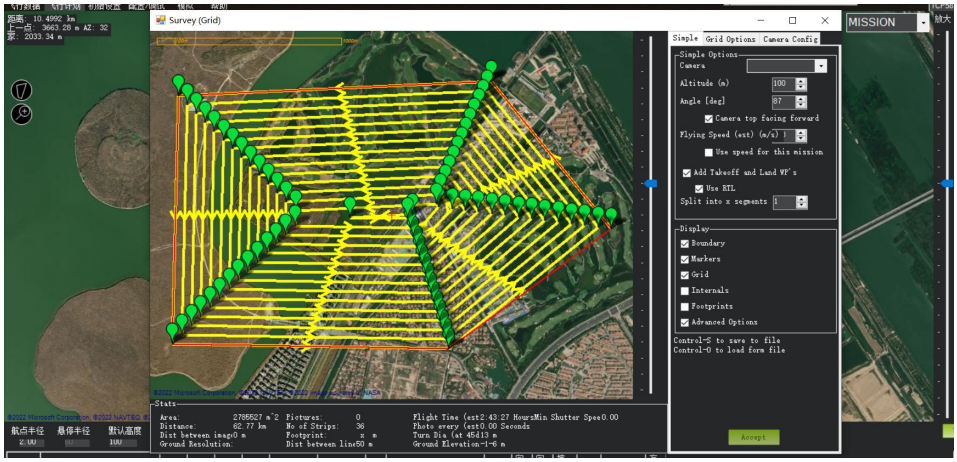


corridor 廊道航线



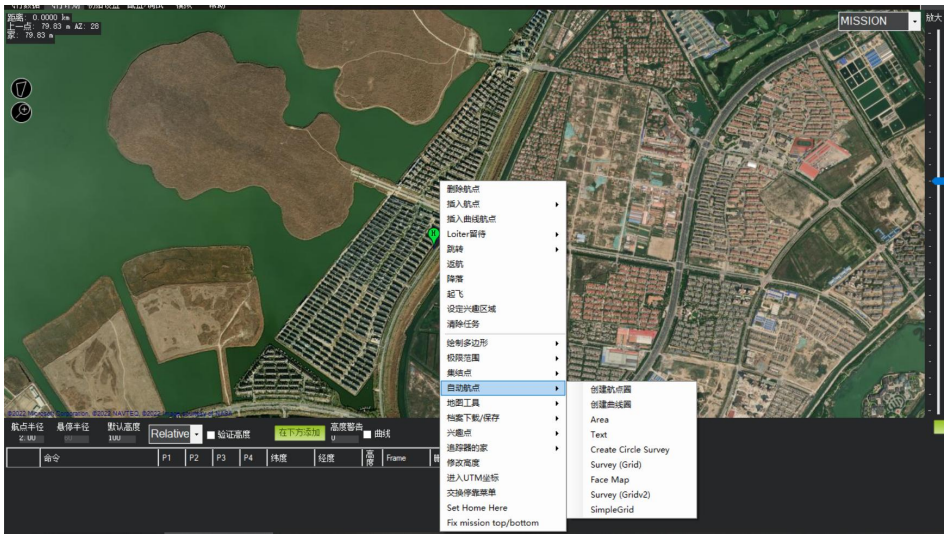
spiral 螺旋式航线

全部设置完，点击 si 地面站 le 菜单，点击完成 accept



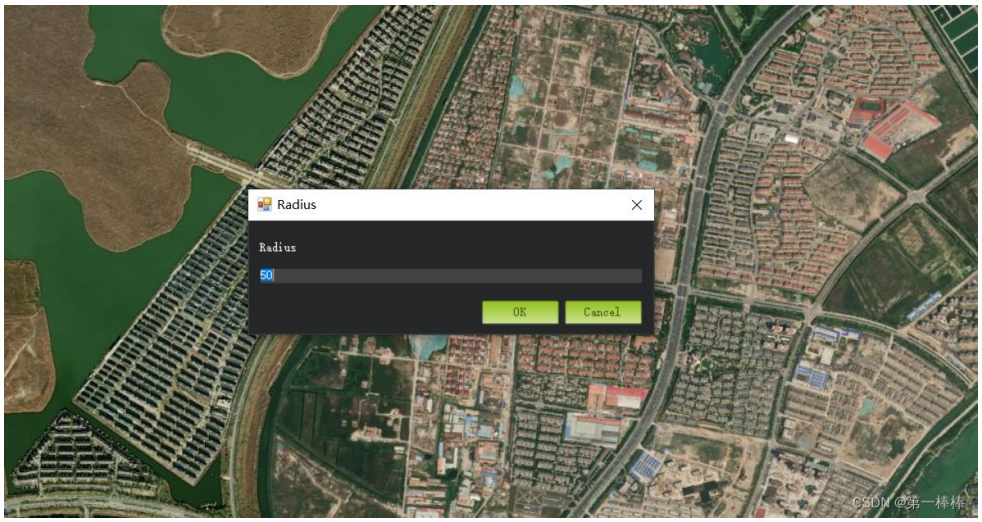
3.7.2.环形航线

右键点击自动航点——创建航点圈



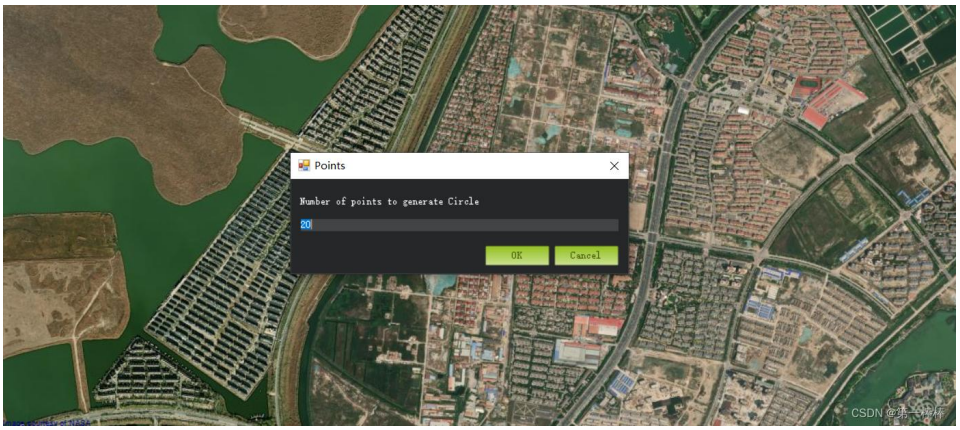
设置属性：

radius 设置半径

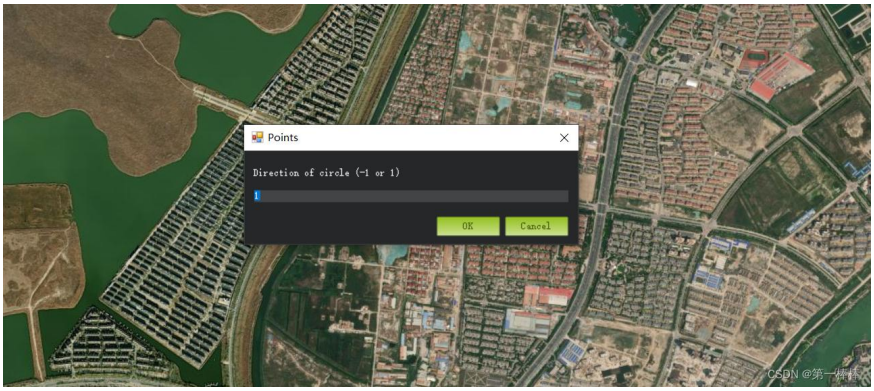


Number of points to generate Circle：

一圈的航点数

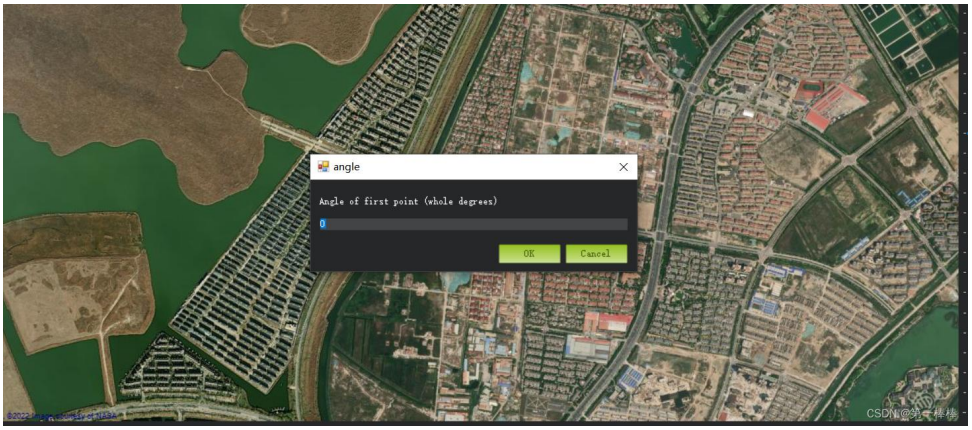


Direction of circle：圈的方向，1 顺时针，-1 逆时针



Angle of first point（whole degress）：

第一个航点的角度



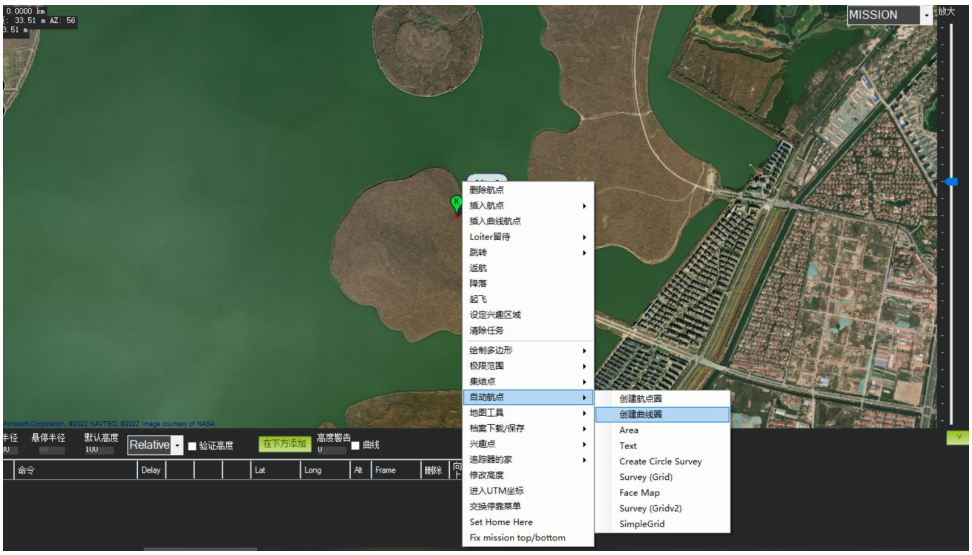
完成设置。

注意：

画完航线后如果需要拖动地图，用右键。如果用左键一点击，会出现新的航点，更改了原有路线。

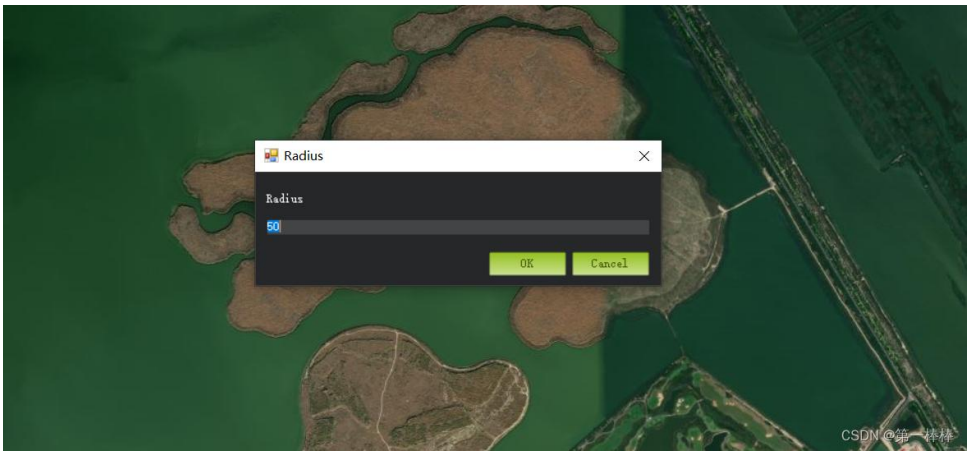
3.7.3 曲线航线

点击自动航点——创建曲线圈。



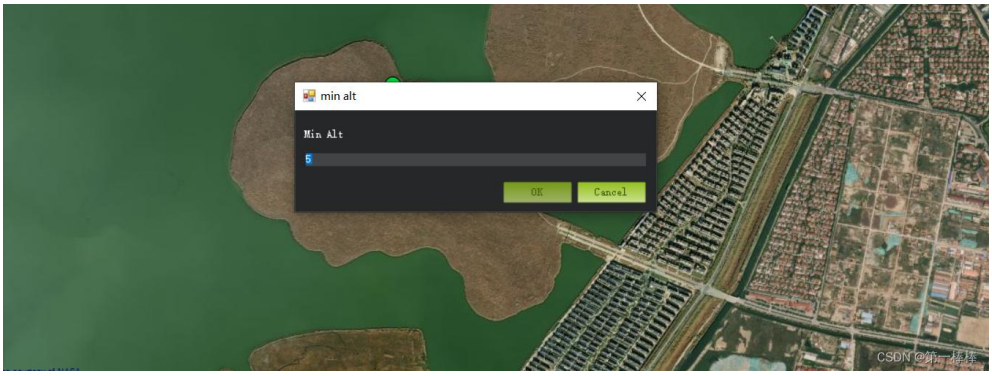
Radius：

设置航点圈的半径



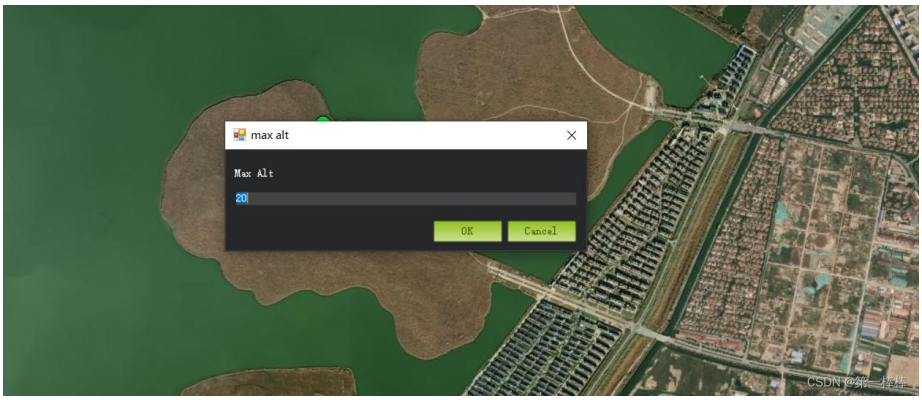
Min Alt：

航点的最低高度，从无人机锁定 GPS 的点开始算



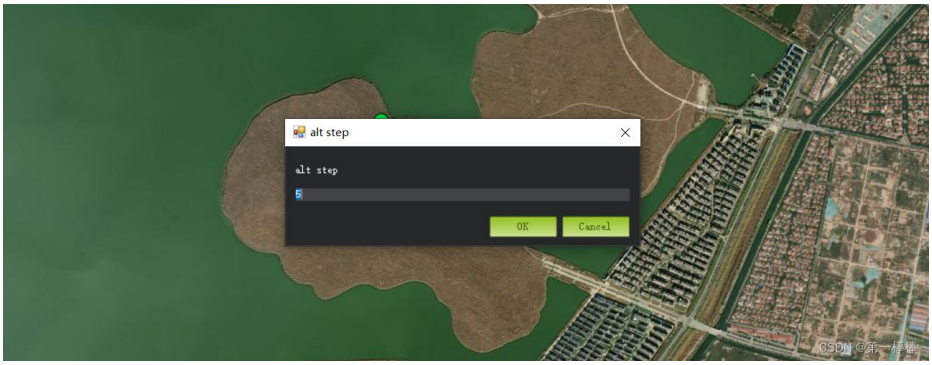
Max Alt：

航点的最高高度，从无人机锁定 GPS 的点开始算



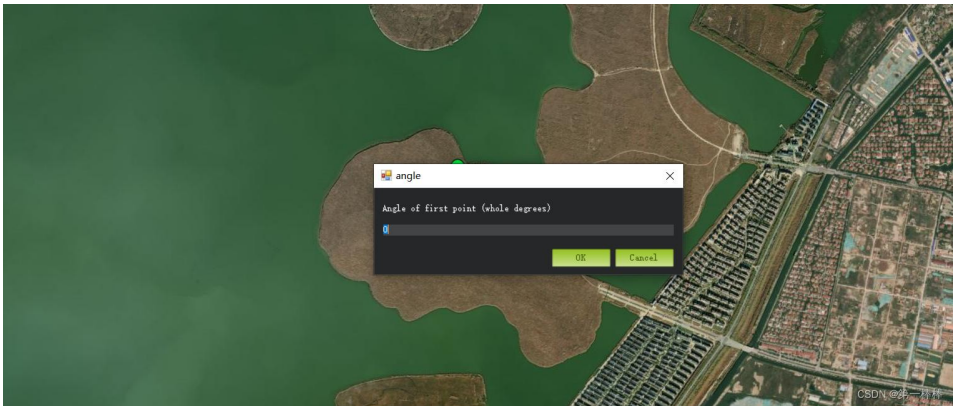
alt step：

高度步进值



Angle of first point：

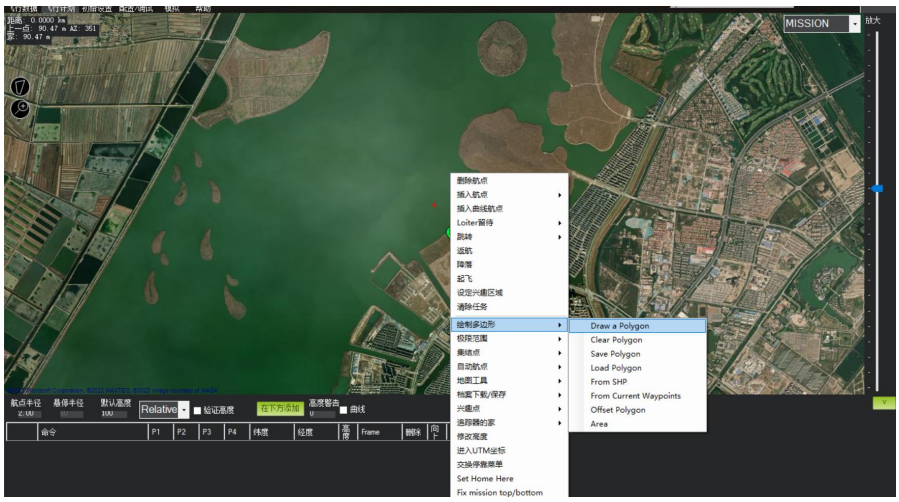
第一个航点的角度

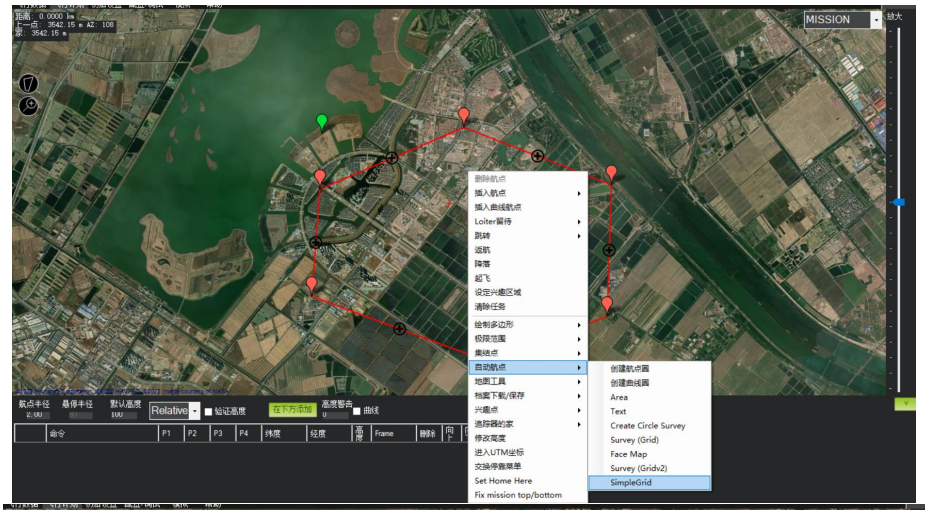


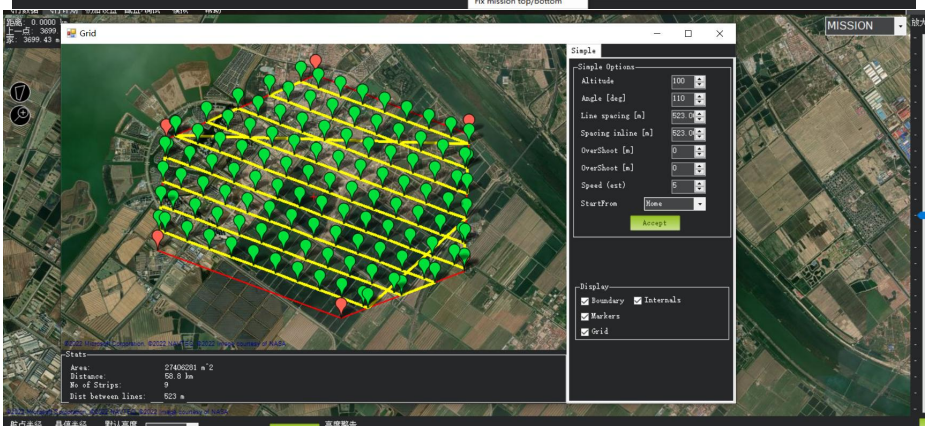
完成设置。

3.7.4 .设置网格

点击右键，点击绘制多边形：draw a polygon







设置属性

Altitude：高度

Angle[deg]：角度

Line spacing[m]：每行的距离

Spacing inline[m]：每列的距离

OverShoot[m]：左边超过几米

OverShoot[m]：右边超过几米

Speed：速度

StartFrom：设定任务起始位置

Home：航点从 home 点开始

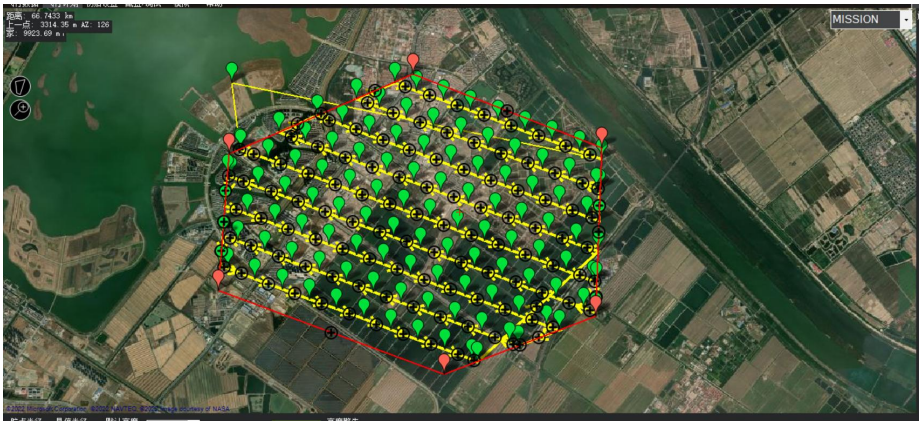
BottomLeft：航点从底部左端开始

TopLeft：航点从顶部左端开始

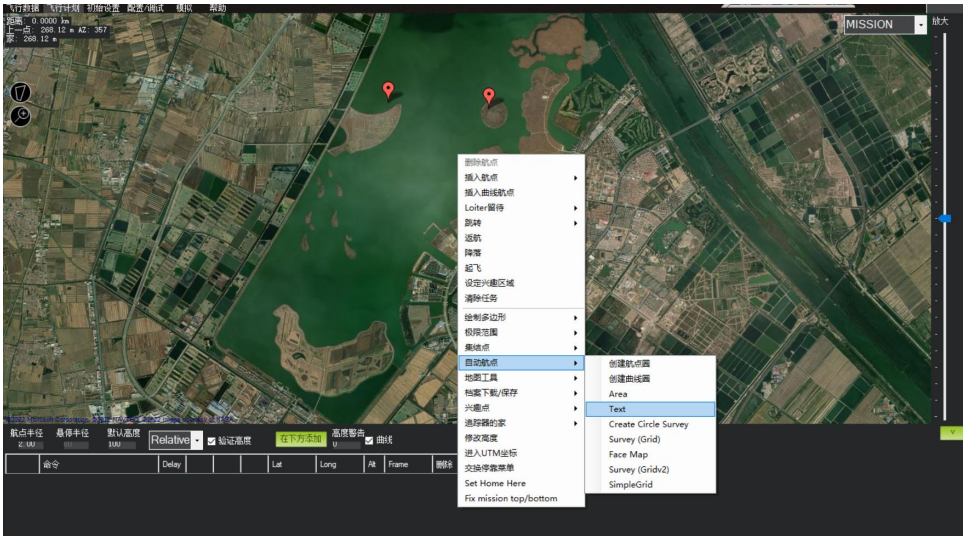
BottomRight：航点从底部右端开始

TopRight：航点从顶部右端开始

Point：航点从 home 点开始



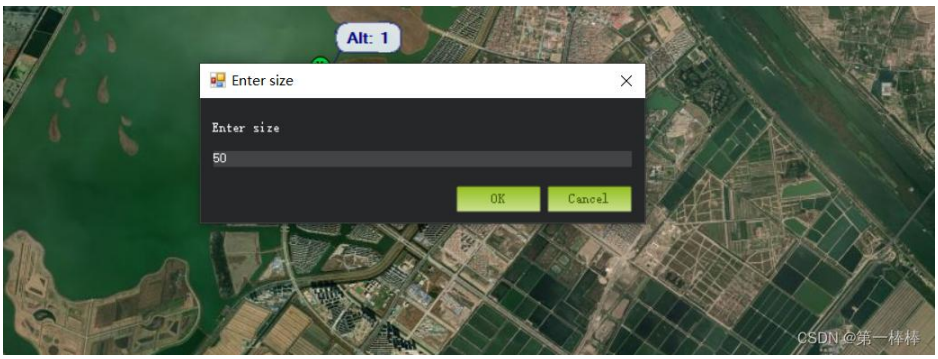
3.7.5 特殊航线（文本）



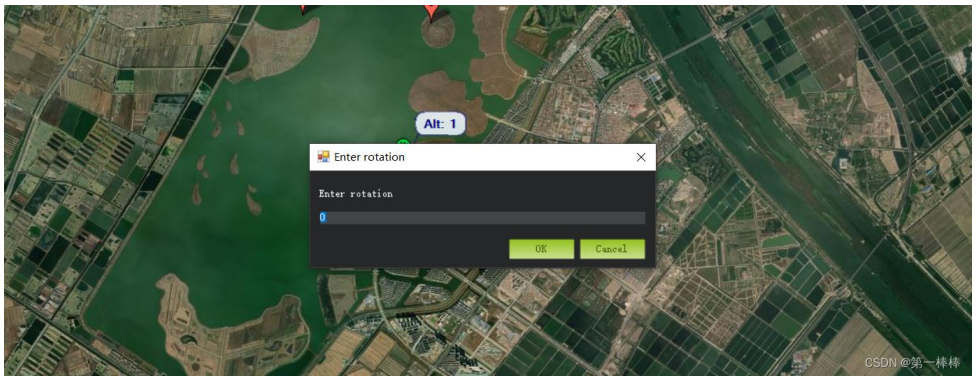
Enter String（require 1CamBam_Stick_3 font）

填写字符，可以是中文

设置大小



设置方向

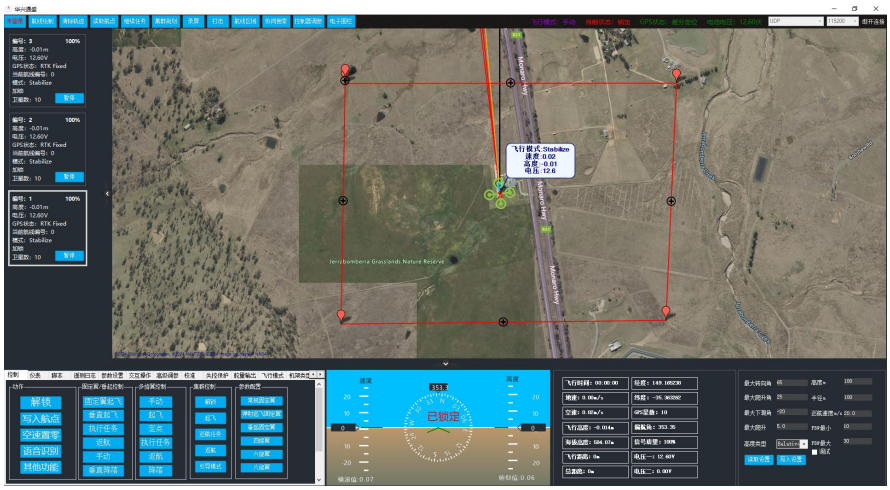


中文示例

3.8 协同搜索

1）单击主界面的“协同搜索”，系统弹出协同搜索规划界面。系统会根据系统中存在的无人机数量，自动确定需要协同的无人机。

2）确定要搜索的区域，单击“指定区域”进行设定。



3）选择协同方案，系统给出了三种协同方案：

“**并行搜索**”功能模块要求首先获取系统接入了多少架无人机，将编号最小的无人机指定为长机，其他为僚机，在指定区域内生成自动航线，并将该航线按照航向左右偏移对应距离生成其它僚机的航线，使得最终的飞行航线为所有无人机间隔一定距离，呈现一排飞行，所有无人机执行自动模式；

“**分区搜索**”功能模块，要求首先获取系统接入了多少架无人机；然后根据无人机数量将指定的区域划分为对应个数的区域，每个区域对应一架飞机，然后自动生产航线，发送给对应的无人机，并将无人机飞行模式更改为自动模式；

“**重点区域搜索**”在指定域内，同时生成所有无人机的不同航线，并执行自动飞行模式。

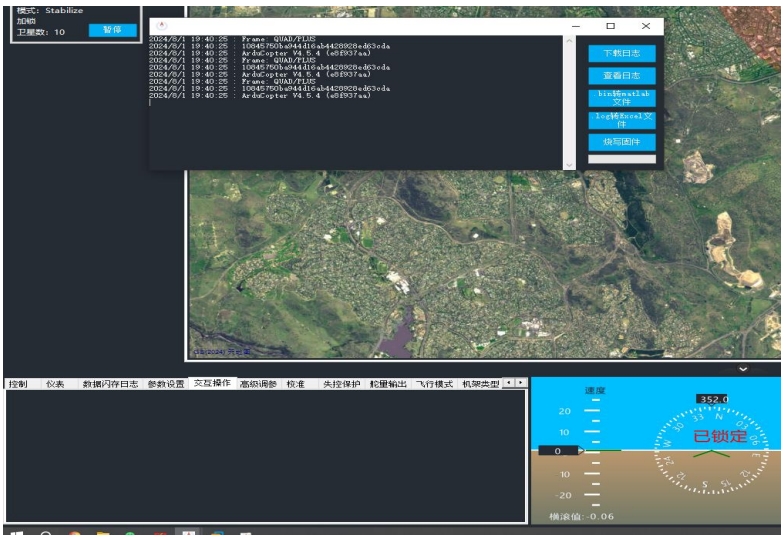
4）确定了协同方式之后，根据界面的提示，单击生成航线，确定航线参数，单击“应用”，生成对应的协同航线。

5）单击“开始搜索”，执行协同搜索任务。

3.9 其他常用功能

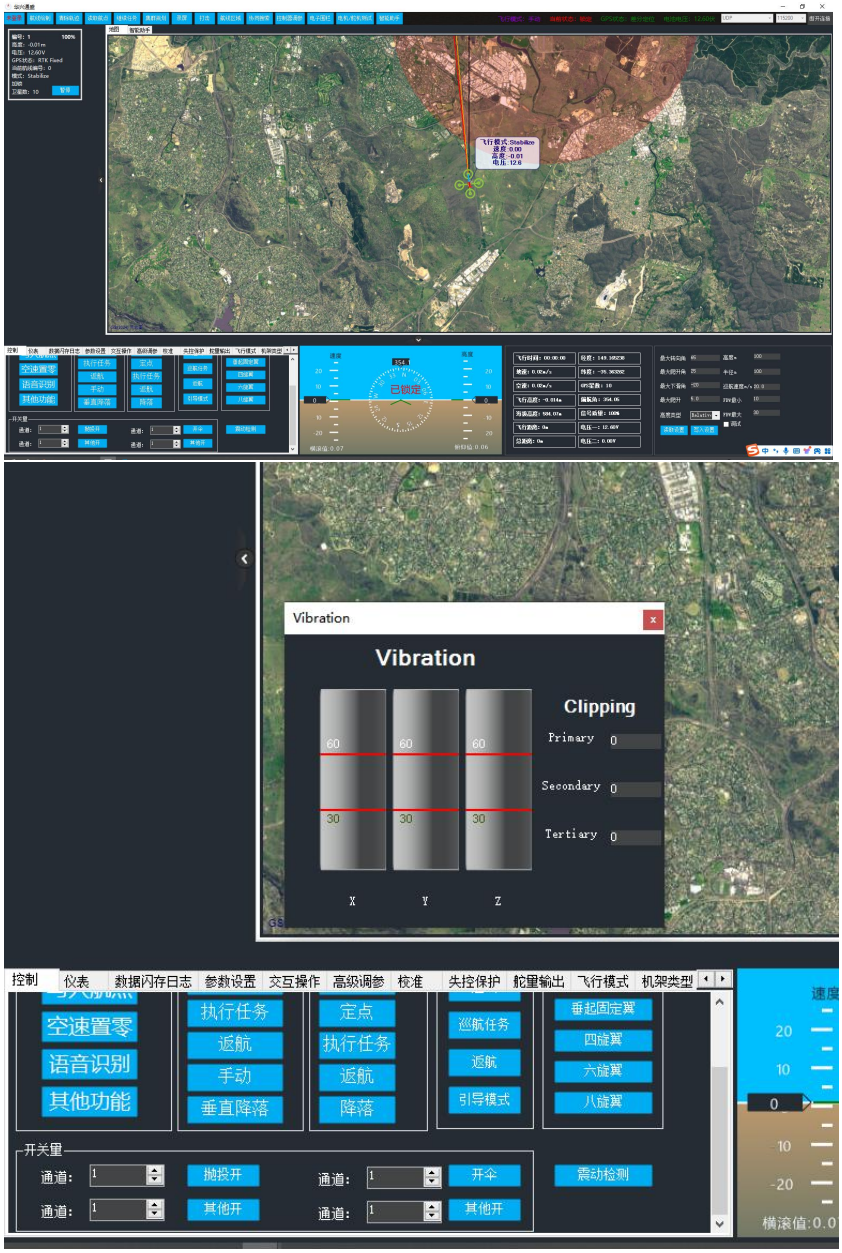
3.9.1 烧写固件

在不连接飞控的前提下，单击“交互操作”，在弹出的界面里面，选择“烧写固件”，根据提示完成固件烧写操作。



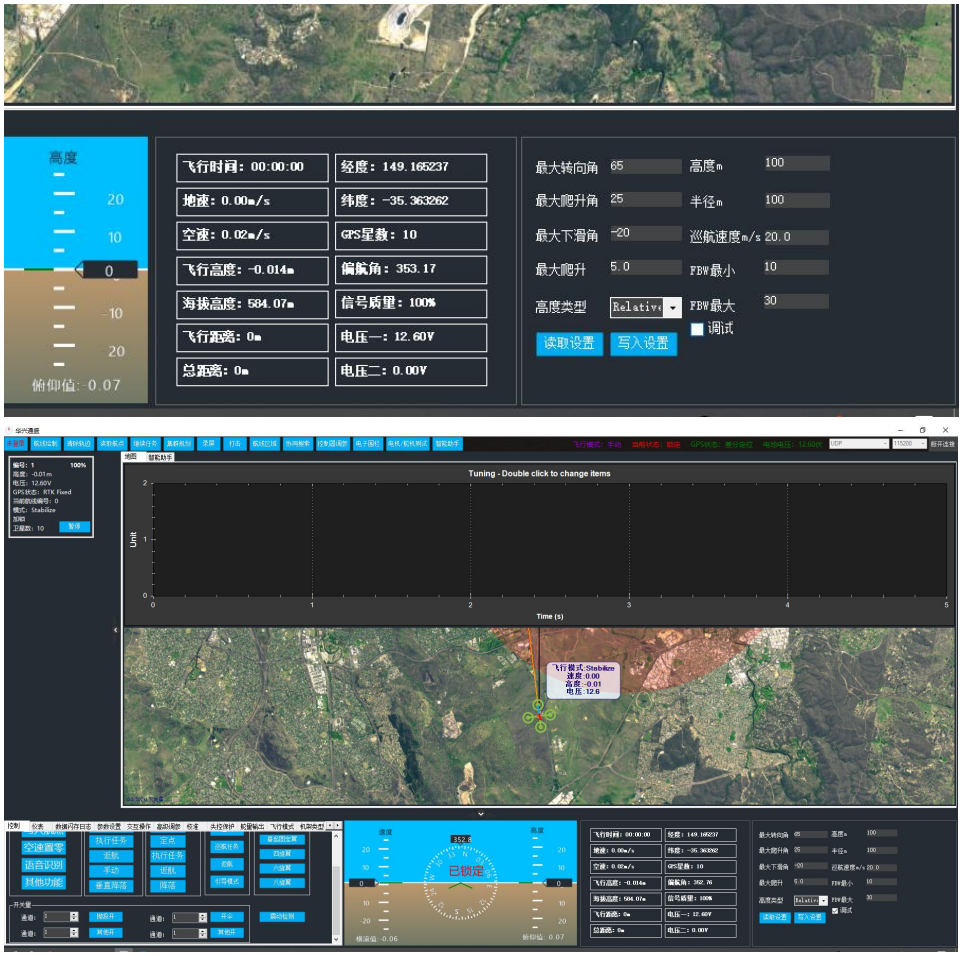
3.9.2 震动检测

在“控制”界面下，下拉右边的滚动条，单击“震动检测”，弹出震动检测界面。一般而言，振动值大于25会影响飞行品质，甚至飞行安全。

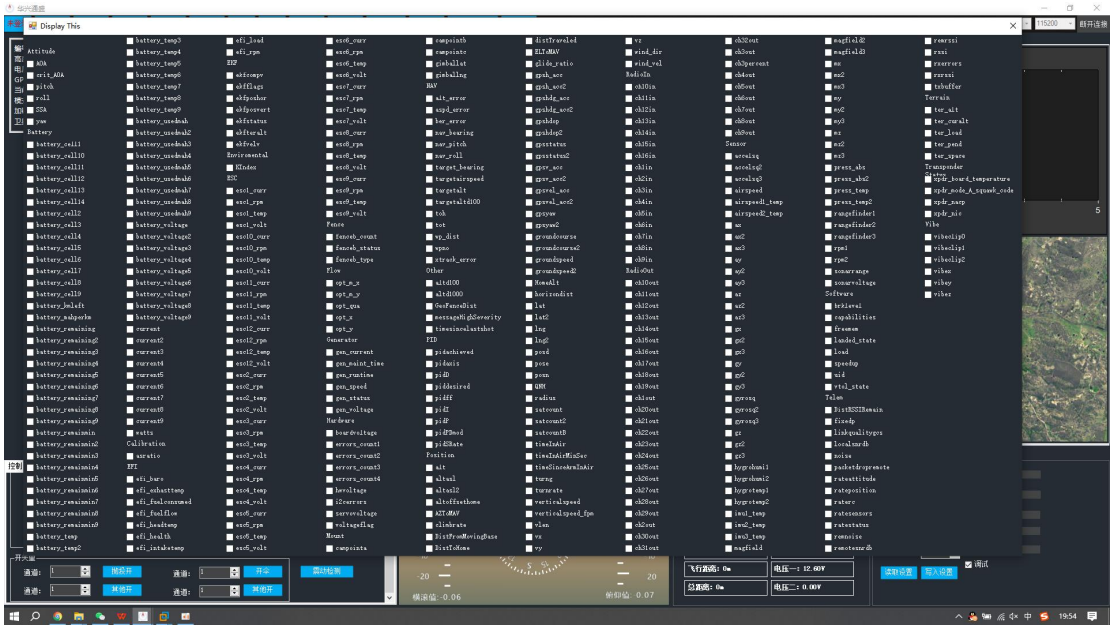


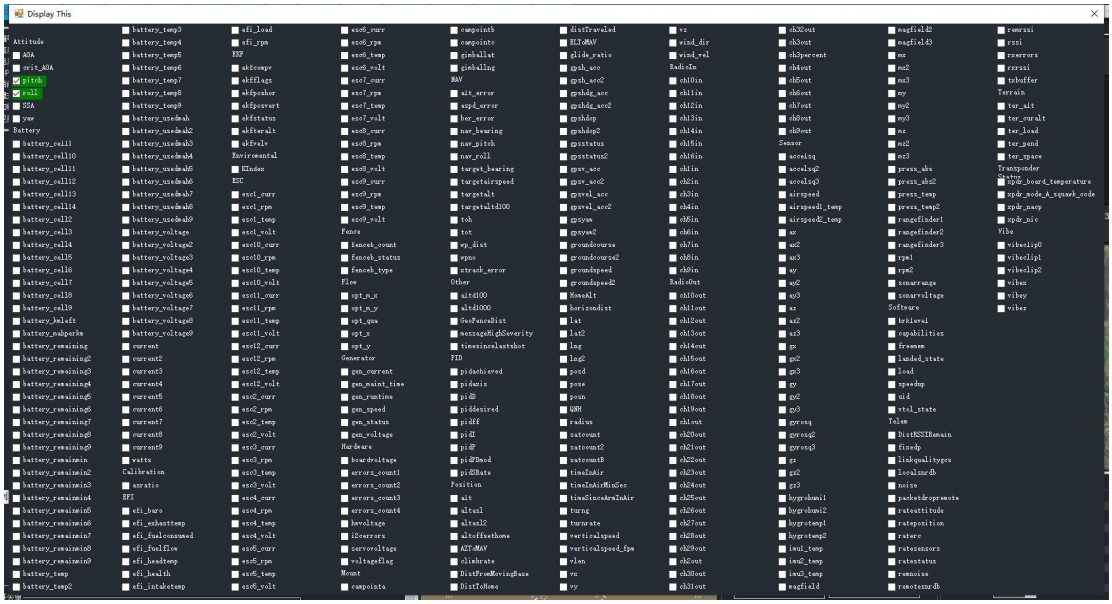
3.9.3 调试

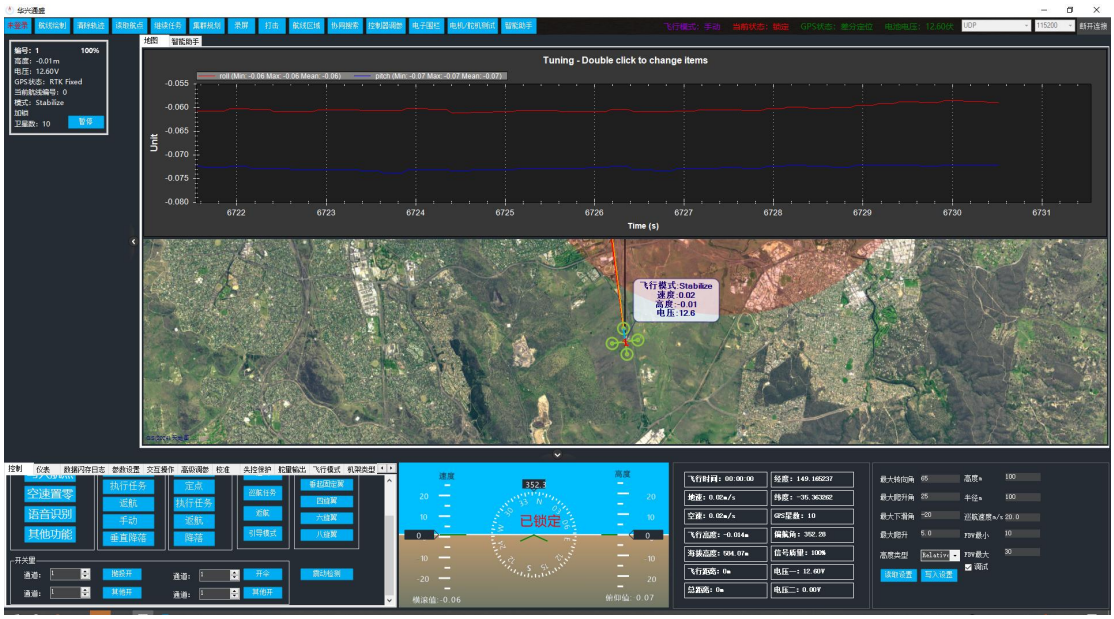
在“数据显示”区下面，勾选“调试”按钮，弹出飞行状态实时显示界面。



在弹出窗体处，双击，弹出要显示的飞行状态，勾选并确定，即可在窗体中显示实时的飞行数据。

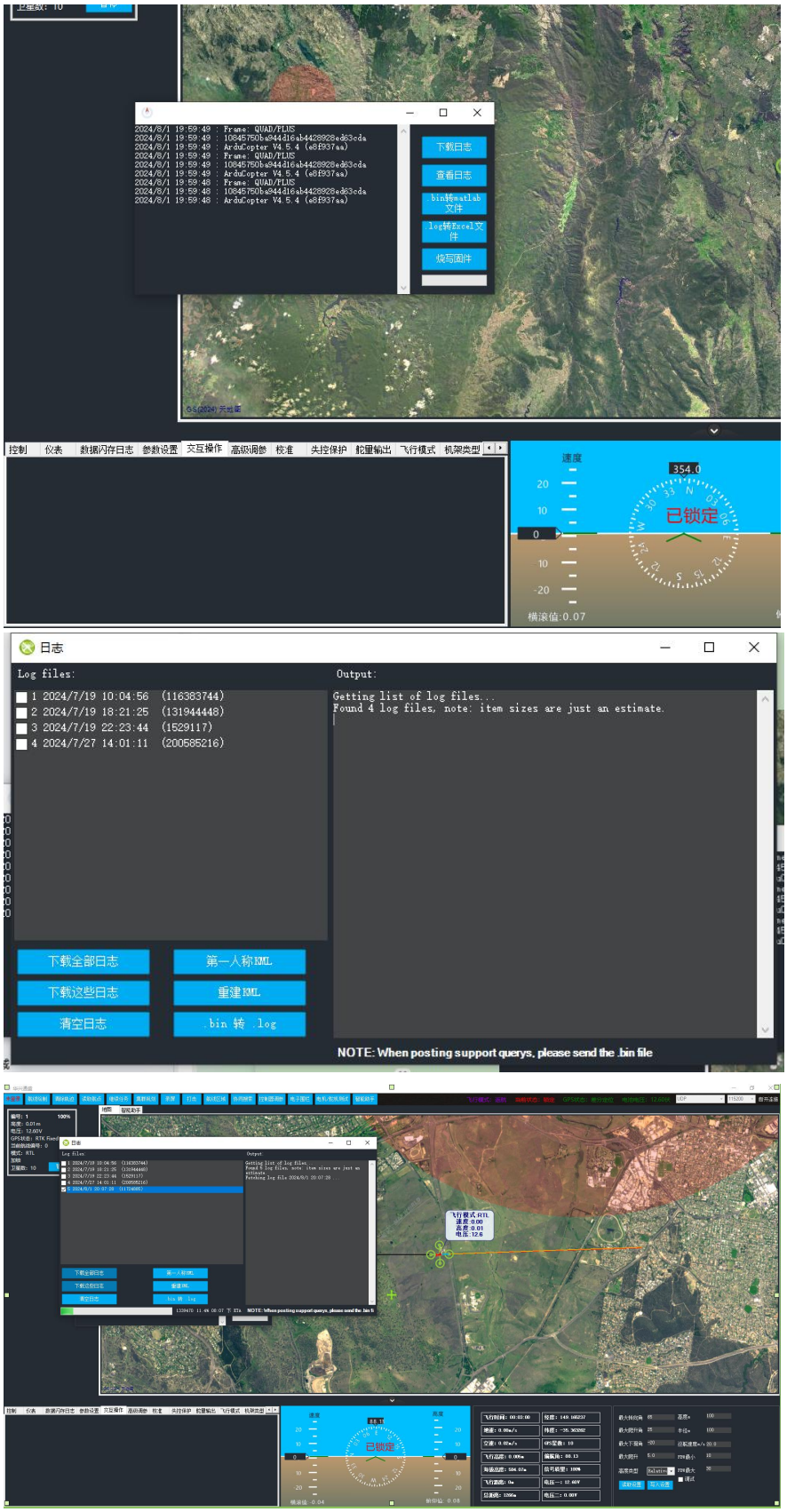






3.9.4 日志的下载和分析

单击“交互操作”，选择“下载日志”，选择要下载的日志文件进行下载。



单击“交互操作”，选择“查看日志”，选择要查看的日志进行分析。日志文件各参数的意义如下表所示：

TimeUS 时间戳

AETR	输出通道	Ail	副翼	PWM	
		Elev	升降舵	PWM	
		Thr	油门	PWM	
		Rudder	方向舵	PWM	
		Flap	襟翼	PWM	
		SS			
AHR2	AHR2 代表 Airborne Hardware Redundancy 2，用于指代飞行器的姿态、高度和位置信息。	Roll	飞行器绕 X 轴的旋转角度	单位为度	
		Pitch	飞行器绕 Y 轴的旋转角度	单位为度	
		Yaw。	飞行器绕 Z 轴的旋转角度	单位为度	
		Alt	飞行器的高度	单位为米	
		Lat	飞行器的纬度	单位为度	
		Lng	飞行器的经度	单位为度	
		Q1/Q2/Q3/Q4	四元素		
AOA	气流角	AOA	迎角	单位为度	
		SSA	侧滑角	单位为度	
		I	空速传感器的实例编号，用于区分不同的传感器。		
		Airspeed	当前的空速，表示飞行器当前的实际空速	M/s	
		DiffPress	静压与动压之间的压力差，用于计算空速		
		Te 地面站	用于计算空速的温度		

ARSP	空速计		值		
		RawPress	减去偏移量的原始压力值，用于计算空速。		
		Offset	与参数的偏移量,用于校准传感器		
		U	如果传感器正在使用，则为 True		
		H	如果传感器正常工作，则为 True		
		Hp	传感器正常工作的概率		
		TR	均方差测试比例,用于检查传感器数据的一致性。		
		Pri	如果传感器是主要传感器，则为 True。		
ATT	姿态信息	DesRoll	飞行器期望的横滚角		
		Roll	实际飞行器的横滚角	roll 往左为负,右是正	
		DesPitch	飞行器期望的俯仰角		
		Pitch	实际飞行器的俯仰角	pitch 往前为负,后是正	
		DesYaw	飞行器期望的偏航角		
		Yaw	实际飞行器的偏航角		
		ErrRP	最低估计的陀螺仪漂移误差		
		ErrYaw	测量偏航角和 DCM 偏航角估计之间的差		

			异		
		AEKF	活跃的 EKF 类型		
BARO	气压计	I	气压传感器的实例编号，用于区分不同的传感器。		
		Alt	气压高度		
		Press	大气压强		
		Te 地面站	测得的大气温度		
		CRt	从主气压计导出的爬升速率		
		SMS	上次采样时间		
		offset	气压计高度的原始调整，在校准时归零，可由地面控制站设置		
		GndTe 地面站	地面温度，由参数指定或在地面上测量		
		Health	如果气压计被认为是健康的，则为 true 这些信息主要用于收集气压计的数据，包括高度、大气压力、温度和健康状态等。		
BAT	电池状态	Instance	电池实例编号		
		Volt	测得的电压		
		VoltR	估计的静置电压		
		Curr	测得的电流		
		CurrTot	消耗的安时数，电流乘以时间		
		EnrgTot	消耗的瓦时数，电池已		

			消耗的能量		
		Te 地面站	测得的温度		
		Res	估计的电池内阻		
		Re 地面站 ct	剩余百分比		
CAND	来自 GetNodeInfo 请求的信息	NodeId	节点 ID		
		UID1	硬件 ID，第一部分		
		UID2	硬件 ID，第二部分		
		Name	名称字符串		
		major	主要修订版本 ID		
		Minor	次要修订版本 ID		
		Version			
CMD	执行的任务指令信息	CTot	任务指令的总数		
		CNum	该指令在任务中的偏移量		
		CId	指令类型		
		Prm1	参数 1		
		Prm2	参数 2		
		Prm3	参数 3		
		Prm4	参数 4		
		Lat	指令的纬度		
		Lng	指令的经度		
		Alt	指令的海拔高度		
		Frame	用于位置的坐标系		
CTUN	控制调整信息	NavRoll	期望的横滚角		
		Roll	实际的横滚角		
		NavPitch	期望的俯仰角		
		pitch	实际的俯仰角		
		ThO	缩放输出油门		
		RdrOut	缩放输出舵机		

		ThD	要求的速度-高度控制器油门		
		As	空速估计	如果空速传感器正常且ARSPD_USE>0，则为测量值	
		SAs	从非空速传感器推导出的合成空速测量值，如果不可用则为 NaN		
		E2T	等效真空速比		
		GU	在最小地速飞行时的地速欠速		
DSF	机载日志统计信息	Dp	拒绝向后端写入的次数		
		Blk	当前块号		
		Bytes	当前写入偏移量		
		FMn	上一个时间段中写缓冲区中的最小空闲空间		
		FMx	上一个时间段中写缓冲区中的最大空闲空间		
		FAv	上一个时间段中写缓冲区中的平均空闲空间		
EV	特别编码的事件消息	Id			
FILE		Offset			
		Length			
		Data			

FMT		Length	此消息占用的字节数（包括所有标题）		
		Name	此消息的名称		
		Format	定义此消息中字段的 C 存储类型的字符串		
		Columns	正在定义的消息的标签		
FMTU	用于定义其他消息字段使用的单位和乘数的消息	FmtType	关联的 FMT 消息的数值引用		
		UnitIds	每个字符都指向一个 UNIT 消息。偏移处的单位对应于 FMT		
		MultIds	每个字符都指向一个 MULT 消息。偏移处的乘数对应于 FMT.Format 中相同偏移处的字段		
FNCE	当前加载的地理围栏点	Tot	存储项目的总数		
		Seq	当前序列中的索引		
		Type	点类型		
		Lat	点的纬度		
		Lng	点的经度		
		Count	如果适用，多边形中的顶点数		
		Radius	如果适用，圆的半径		
GPA	GPS 精度信息	I	GPS 设备编号		
		VDop	垂直处理度		
		HAcc	水平位置精度		
		VAcc	垂直位置精度		

		SAcc	速度精度		
		YAcc	偏航精度		
		VV	如果垂直速度可用，则为真		
		SMS	采样时系统启动后的时间		
		Delta	最后两个位置报告之间的系统时间间隔		
		Und	地形高度误差		
GPS	从连接到自动驾驶仪的 GNSS 系统接收到的信息	I	GPS 设备编号		
		Status	GPS 固定类型；2D 固定，3D 固定等		
		GMS	自 GPS 周开始以来的毫秒数		
		GWK	自 1980 年 1 月 5 日以来的周数		
		NSats	锁定卫星的数量		
		HDop	水平精度		
		Lat	纬度		
		Lng	经度		
		Alt	海拔高度		
		Spd	地面速度		
		GCrs	地面航向		
		vz	垂直速度		
		Yaw	偏航角		
		U	指示此 GPS 是否正在使用的布尔值		
		I	IMU 传感器设备编号		
		GyrX	绕 X 轴测得的旋转速		

IMU	惯性测量单元数据		率		
		GyrY	绕 Y 轴测得的旋转速率		
		GyrZ	绕 Z 轴测得的旋转速率		
		AccX	沿 X 轴的加速度		
		AccY	沿 Y 轴的加速度		
		AccZ	沿 Z 轴的加速度		
		EG	陀螺仪错误计数		
		EA	加速度计错误计数		
		T	IMU 温度		
		GH	陀螺仪健康状态		
		AH	加速度计健康状态		
		GHz	陀螺仪测量速率		
		AHz	加速度计测量速率		
LAND	坡度着陆数据	stage	着陆序列中的进度		
		f1	着陆标志		
		f2	特定于坡度的着陆标志		
		slope	着陆点的坡度		
		slopeInit	到着陆点的初始坡度		
		alt0	雷达测距仪校正		
		fh	用于定时抬升的高度		
MAG	罗盘接收到的信息	I	磁力计传感器设备编号		
		MagX	机体坐标系中 X 轴的磁场强度		
		MagY	机体坐标系中 Y 轴的磁场强度		

		MagZ	机体坐标系中 Z 轴的磁场强度		
		OfsX	机体坐标系中 X 轴的磁场偏移		
		OfsY	机体坐标系中 Y 轴的磁场偏移		
		OfsZ	机体坐标系中 Z 轴的磁场偏移		
		MOX	机体坐标系中 X 轴的电机干扰磁场偏移		
		MOY	机体坐标系中 Y 轴的电机干扰磁场偏移		
		MOZ	机体坐标系中 Z 轴的电机干扰磁场偏移		
		Health	如果罗盘被认为是健康的，则为 true		
		S	测量时间点		
MAV	地面站 MAVLink 链路统计信息	chan	MAVLink 通道编号		
		txp	发送的数据包计数		
		rxp	接收的数据包计数		
		rxdp	感知到的我们从未收到的数据包数量		
		flags	通道某个阶段的紧凑表示		
		ss	流速减慢，是为每条消息添加的毫秒数，以适应带宽		
		tf	当消息即将发送时，缓冲区已满的次数		

MAVC	刚刚执行的 MAVLink 命令	TS	命令的目标系统		
		TC	命令的目标组件		
		SS	命令的来源系统		
		SC	命令的来源组件		
		Fr	命令帧		
		Cmd	MAVLink 命令枚举值		
		P1/P2/P3/P4	MAVLink 数据包中的第一到第四个参数		
		X/Y/Z	MAVLink 数据包中的 X/Y/Z 坐标		
		Res	从自动驾驶仪返回的命令结果		
		WL	如果该命令经由 COMMAND_LONG 而不是 COMMAND_INT 到达，则为 true		
MODE	控制模式信息	Mode	特定模式编号		
		ModeNum	Mode 的别名		
		Rsn	入此模式的原因		
MSG	文本消息	Message	消息文本		
MULT	从单个字符到数字乘数的消息映射	Id	FMTU 引用的字符		
		Mult	数字乘数		
NTUN	导航调整信息 - 例如无人机目的地	Dist	到当前导航航点的距离		
		TBrg	到当前导航航点的方位角		
		NavBrg	期望航向		
		AltE	当前高度与目标高度		

			之间的差值		
		XT	当前距离当前行驶段的距离		
		XTi	横跨误差的积分		
		AsE	空速与期望空速之间的差值		
		TLat	目标纬度		
		TLng	目标经度		
		TAW	目标高度 WP		
		TAT	目标高度 TECS		
		TAsp	目标空速		
ORGN	导航起点或其他显著位置	Type	位置类型		
		Lat	位置纬度		
		Lng	位置经度		
		Alt	位置海拔		
PARM		Name			
		Value			
		Default			
PIDP /PIDR /PIDS /PIDY	比例/积分/微分增益值	Tar	期望值		
		Act	实际值		
		Err	目标值与实际值之间的误差		
		P	PID 的比例部分		
		I	PID 的积分部分		
		D	PID 的微分部分		
		FF	控制器前馈响应部分		
		Dmod	用于减少极限循环的应用于 D 增益的缩放器		

		SRate	斜率速率		
		Limit	如果由于输出饱和而限制 I 项，则为 1		
PM	自动驾驶系统性能和通用数据转储场	LR	主循环速率		
		NLon	检测到的长循环数量		
		NL	用于此消息的测量循环数量		
		MaxT	最长循环时间		
		Mem	可用内存		
		Load	系统处理器负载		
		ErrL	内部错误行号;最后检测到内部错误的行号		
		IntE	内部错误掩码;检测到的内部错误		
		ErrC	内部错误计数;检测到的内部错误数量		
		SPIC	处理的 SPI 事务数量		
		I2CC	处理的 I2C 事务数量		
		I2CI	服务的 I2C 中断数量		
		Ex	添加到每个循环中的微秒数,以解决调度程序超额运行的问题		
POS	位置	Lat	纬度		
		Lng	经度		
		Alt	高度		
		RelHomeAlt	相对于家的海拔		
		RelOriginAlt	相对于导航原点的海拔		
	系统电源信息	Vcc	飞行控制板电压		

POWR		VServe	伺服电压轨		
		Flags	系统电源标志		
		AccFlags	累积系统电源标志		
		Safety	硬件安全开关状态		
		MTe 地面站	温度		
		MVmolt	电压		
		MVmin	最小电压		
		MVmax	最大电压		
RCIN	输入	c1~c16			
		OMask			
RCOU	输出	c1~c18			
STAK		Id			
		Pri			
		Total			
		Free			
		Name			
STAT	飞行器的当前状态	isFlying	如果飞行器可能在飞行中，则为真		
		isFlyProb	飞行器正在飞行的概率		
		Armed	飞行器的解锁状态		
		Safety	安全开关状态		
		Crash	如果检测到坠毁，则为真		
		Still	当飞行器在任何轴上不移动时为真		
		Stage	飞行的当前阶段		
		Hit	如果检测到碰撞，则为真		

TECS	关于总能量控制系统的信息	h	TECS 当前使用的高度估计（上升）		
		dh	当前爬升率（“高度变化”）		
		hdem	经过速率限制和过滤的高度需求，TECS 当前正在尝试实现的高度需求		
		dhdem	TECS 当前尝试实现的爬升率		
		spdem	TECS 当前尝试实现的真空速		
		sp	当前估计的真空速		
		dsp	x 轴加速度估计（“速度变化”）		
		ith			
		iph			
		th	油门输出		
		ph	俯仰输出		
		dspdem	需要的加速度输出（“速度变化需求”）		
		w			
		f	低速，无法实现下降，自动着陆，达到起飞速度		
		pmax	俯仰上限		
		pmin	俯仰下限		
		KErr			
		PErr			

		EDelta			
		LF			
		hdem1			
		Hdem2			
TERR	地形数据库信息	Status	地形数据库状态		
		Lat	当前飞行器纬度		
		Lng	当前飞行器经度		
		Spacing	地形瓦片间距		
		TerrH	当前地形高度		
		CHeight	飞行器高度相对于地形的高度		
		Pending	待处理的瓦片请求数量		
		Loaded	内存中的瓦片数量		
		ROfs	用于解锁高度的地形参考偏移量		
TSYN	时间同步响应信息	SysID	该数据所属系统的 ID		
		RTT	该系统的往返时延时间		
UNIT		Id			
		Label			
VER		BT			
		BST			
		Maj			
		Min			
		Pat			
		FWT			
		GH			
		FWS			

		APJ			
VIBE		IMU			
		vibeX			
		vibeY			
		vibeZ			
		Clip			
XKF1	EKF2 估计器输出	c	该数据所属的 EKF2 核心		
		Roll	估计的横滚角		
		Pitch	估计的俯仰角		
		Yaw	估计的偏航角		
		VN	估计的速度（北向分量）		
		VE	估计的速度（东向分量）		
		VD	估计的速度（向下分量）		
		dPD	竖直位置的滤波导数（向下）		
		PN	从原点估计的距离（北向分量）		
		PE	从原点估计的距离（东向分量）		
		PD	从原点估计的距离（向下分量）		
		GX	估计的陀螺仪偏置，X 轴		
		GY	估计的陀螺仪偏置，Y 轴		

		GZ	估计的陀螺仪偏置，Z 轴		
		OH	原点高度以上的高度（相对于 WGS-84）		
XKF2	EKF2 估计器的次要输出	C	该数据所属的 EKF2 核心		
		AX			
		AY			
		AZ			
		VWN			
		VWE			
		MN	磁场强度（北向分量）		
		ME	磁场强度（东向分量）		
		MY	磁场强度（机体 Y 轴）		
		MZ	磁场强度（机体 Z 轴）		
		IDX			
		IDY			
		IS			
XKF3		IVN	速度均方差（北向分量）		
		IVE	速度均方差（东向分量）		
		IVD	速度均方差（地向分量）		
		IPN	位置均方差（北向分量）		
		IPE	位置均方差（东向分量）		
		IPD	位置均方差（向下分		

			量）		
		IMX	磁场强度均方差（X 轴分量）		
		IMY	磁场强度均方差（Y 轴分量）		
		IMZ	磁场强度均方差（Z 轴分量）		
		IYAW	航向均方差		
		IVT	真实空速均方差		
		RErr	相对于活动主要核心累积的相对误差		
		ErSc	一个综合的错误评分，数字越大表示系统健康程度越低		
XKY4	EKF2 方差 SV, SP, SH 和 SM 可能最好描述为“平方偏差测试比”，其中数值<1 告诉我们该测量值已接受，而数值>1 告诉我们该测量值已拒绝。它们代表（偏差/允许的最大均方差）的平方，其中偏差是预测值与测量值之间的差异，允许的最大偏差是根据测量的不确定性、预测的不确定性确定的，并使用偏差门参数设置的标准	C	该数据所属的 EKF2 核心		
		SV	速度方差的平方根		
		SP	位置方差的平方根		
		SH	高度方差的平方根		
		SM	磁场方差		
		SVT	倾斜错误收敛度量		
		errRP	滚转/俯仰估计中的滤波误差		
		OFN	最近的位置重置（北向分量）		
		OFE	最近的位置重置（东向分量）		
		FS	滤波器故障状态		
		TS	滤波器超时状态位掩		

	偏差数量进行缩放，例如 EK2_MAG_I_GATE、EK2_HGT_I_GATE 等 /		码（0:位置测量，1:速度测量，2:高度测量，3:磁力计测量，4:空速测量）		
		SS	滤波器解决方案状态		
		GPS	滤波器 GPS 状态		
		PI	主要核心索引		
XKF5	EKF2 传感器均方差（主要核心）和通用存储区	C	该数据所属的 EKF2 核心		
		NI	归一化流方差		
		FIX	光流主导导航滤波器的光流 LOS 速率矢量均方差（X 轴）		
		FIY	光流主导导航滤波器的光流 LOS 速率矢量均方差（Y 轴）		
		AFI	地形偏移估计器的光流 LOS 速率均方差		
		HAGL	地面以上高度		
		offset	估计的地形垂直位置，相对于导航滤波器零基准		
		RI	测距仪均方差		
		rng	测量范围		
		Herr	滤波地面偏移状态误差		
		eAng	角度误差的大小		
		eVel	速度误差的大小		
		ePos	位置误差的大小		

XKFS		C			
		MI			
		BI			
		GI			
		AI			
		SS			
XKQ		C			
		Q1/Q2/Q3/Q4			
XKT	EKF2 定时信息	C	该消息实例适用的 EKF 核心		
		Cnt	用于创建此消息的样本计数		
		IMUmin	最小 IMU 采样间隔		
		IMUmax	最大 IMU 采样间隔		
		EKFmin	用于 EKF 的低通滤波器实现的平均时间步长率（最小值）		
		EKFmax	用于 EKF 的低通滤波器实现的平均时间步长率（最大值）		
		AngMin	用于角度增量的累积测量时间间隔（最小值）		
		AngMax	用于角度增量的累积测量时间间隔（最大值）		
		Vmin	用于速度增量的累积测量时间间隔（最小值）		

		Vmax	用于速度增量的累积测量时间间隔（最大值）		
XKV1		C			
		V00~V11			
XKV2		C			
		V12~V23			
XKY0		C			
		YC			
		YCS			
		Y1~Y4			
		W0~W4			
XKY1		C			
		IVN0~IVN4			
		IVE0~IVE4			

3.9.5 将日志文件转化成用于 MATLAB 分析格式

单击“数据闪存日志”，单击“创建MATLAB文件”，选择要分析的日志，单击确定，生成的.mat文件即为用于MATLAB分析的文件。

3.9.6 生成 excel 文件

飞行日志不能直接转化成Excel文件，需要先将日志.bin文件转化为.log文件，然后才能将.log文件转化为excel文件。

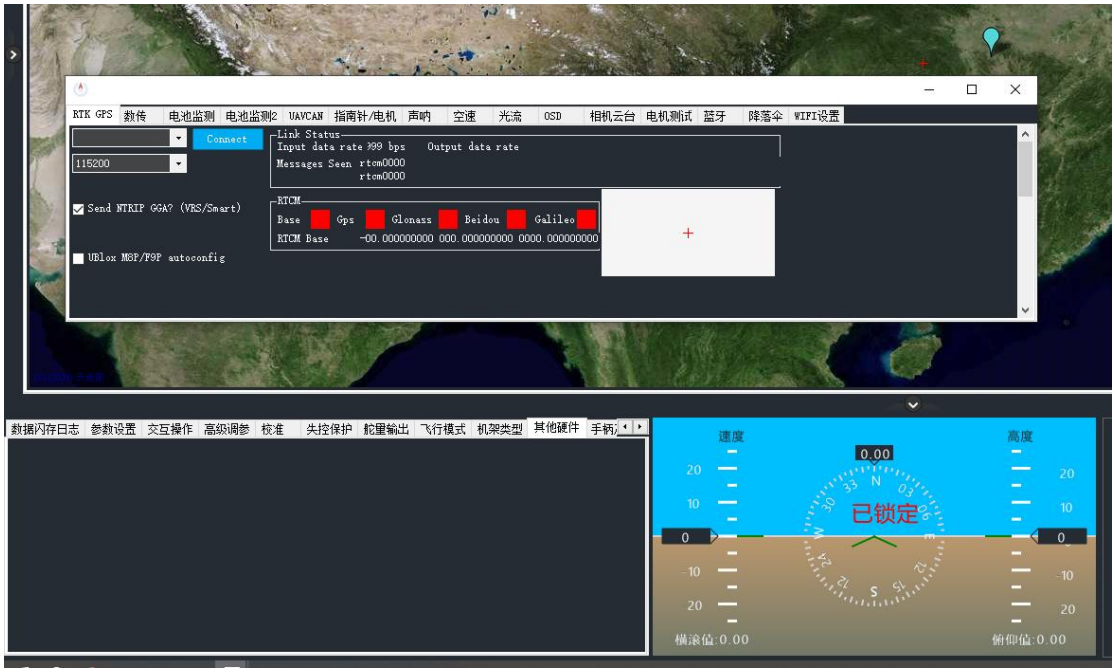
.bin文件转化为.log文件的方式是单击“数据闪存日志”，单击“PX4.bin转.log”，选择要分析的日志，单击确定，即可生成.log文件。

将生成的.log文件复制到地面站文件目录下的log2excel文件夹下，双击文件夹下的可执行文件“apm_log2excel V1.0”，等待转化完成即可。

3.9.7 连接 RTK

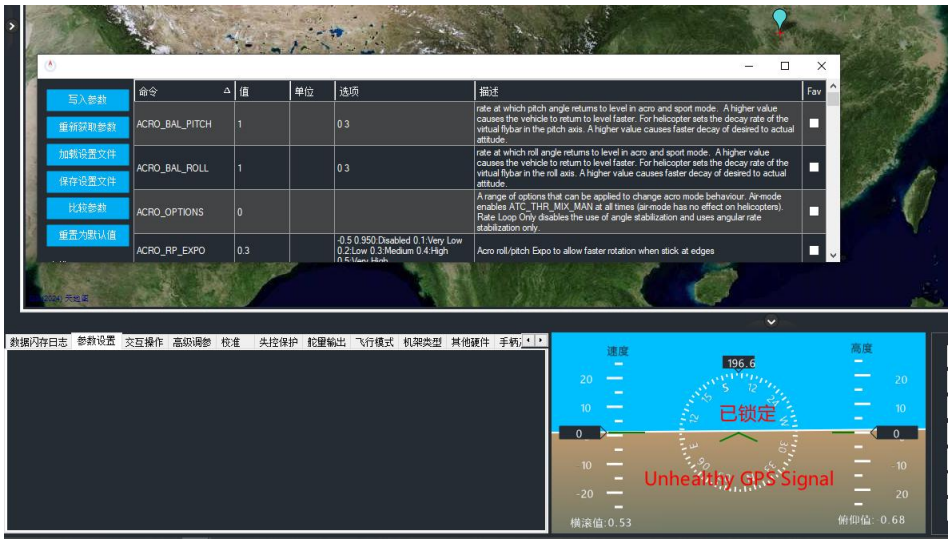
RTK基站是提高系统定位精度的有效手段。在基站端连接RTK时，**应首先将基站端RTK**

插入电脑，然后再启动地面站。地面站启动之后，单击“其他硬件”，弹出其他硬件连接窗口，选择对应的串口号及波特率，单击“Connect”连接基站RTK。



3.9.8 参数设置

无人机飞控所有的功能设置都可以在全部参数表里完成。打开全部参数表界面的方法为单击“参数设置”，弹出全部参数表。

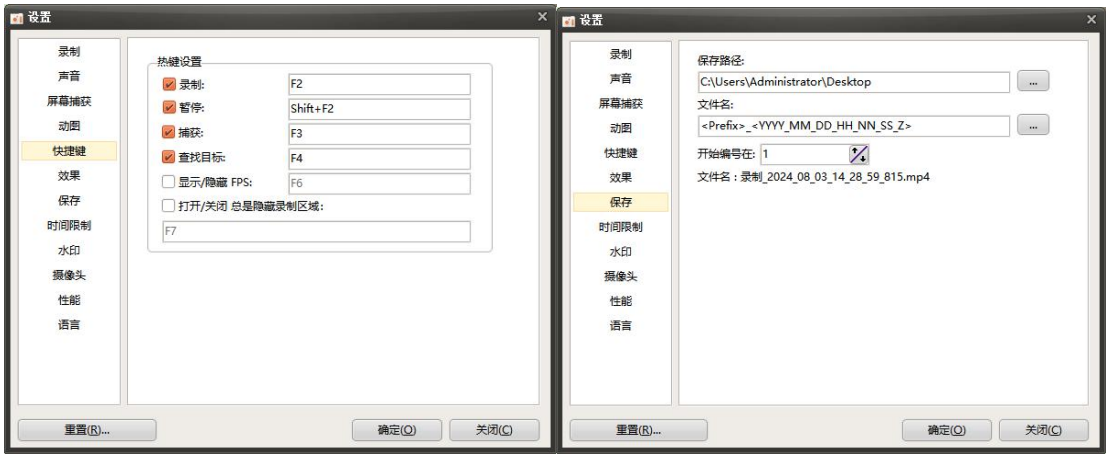


3.9.10 录屏

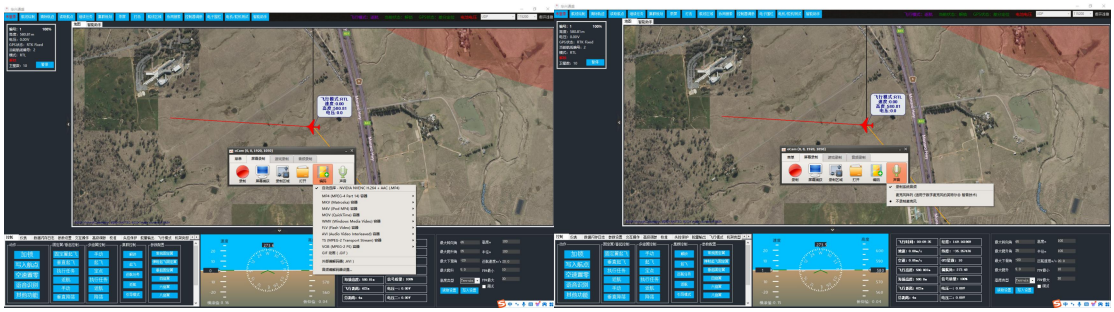
录屏功能可以保存飞行过程中的地面站画面，即现场人员的对话，作为现场资料用于归档、保存和分析。“录屏”功能的启动按钮位于地面站上方的功能区域，单击“录屏”按钮，弹出录屏对话框。

其中，绿色窗体为要录制的区域，可以调整区域的大小，改变录屏的区域。

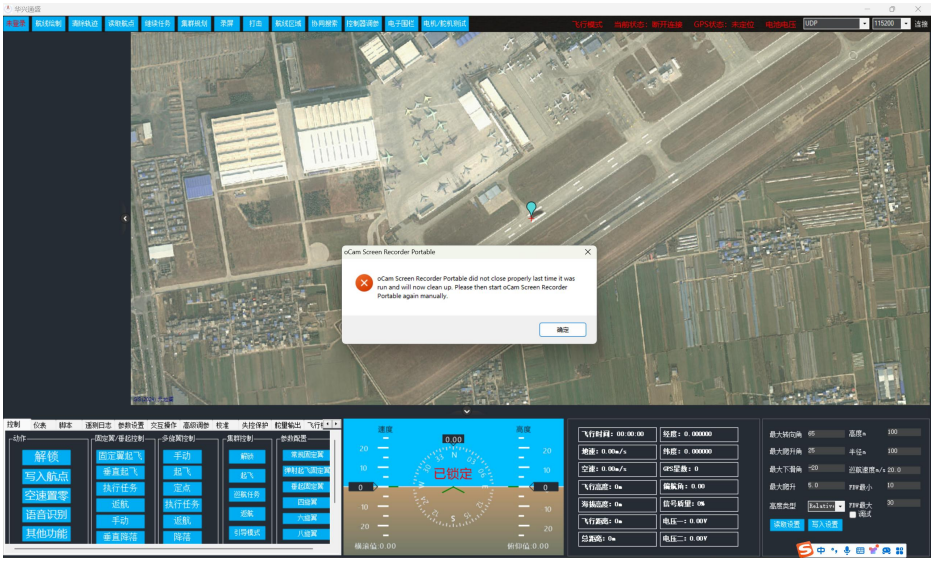
“菜单”下拉框的“选项”是常用的功能设置，其中比较常用的功能包括“快捷键”和“保存”设置。



“编码”和“声音”用于设置录制视频的格式和是否录制外界声音。

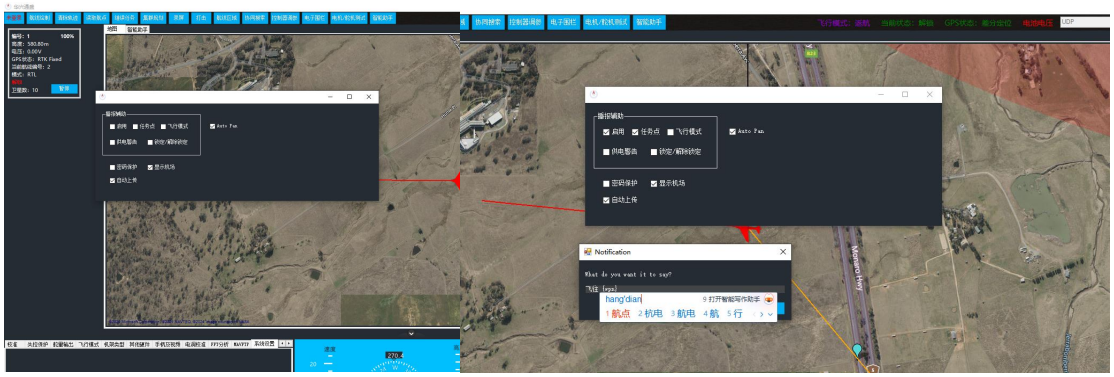


注意：单击“录屏”功能有可能出现错误提示弹窗。若出现下图弹窗，直接关闭，再此单击“录屏”启动即可。



3.9.11 系统设置

“系统设置”用于设置是否启用语音播报，自动平移、显示机场等功能。其中，语音播报可设置播报是否启用以及播报语音设置。



4 常用功能设置

4.1 .电流电压检测设置

① BATT_A地面站_PERVLT 配置为 17，电流检测模块每输出 1V 的检测电压对应的电流为17A。

② BATT_CAPACITY 配置为 16000，一般使用的是 6S16000mah 电池

③ BATT_CURR_PIN 配置为 3，PIXHAWK 飞控所对应的电流检测引脚

④ BATT_MONITOR 配置为 4，电流和电压都要检测

⑤ BATT_VOLT_MULT 配置为 10 左右（后面讲电压校准），电压检测模块每输出 1V 所对应的电压。

⑥ BATT_VOLT_PIN 配置为 2，PIXHAWK 飞控所对应的电压检测引脚

⑦ 配置完成后，重启飞控

⑧ 电流电压的校准的方法

4.2 FFT 分析与配置

管理ArduPilot自动驾驶仪装置中的振动对于实现飞机的可预测控制非常重要。通常，在内部或外部为自动驾驶仪使用机械减振，以消除最严重的振动。但对于多旋翼飞行器，几乎所有的振动都源于电机的旋转频率，直升机和飞机的振动与主旋翼或螺旋桨速度有关，对此，我们必须使用软件过滤来去除更多的噪音。

本节旨在通过开启FFT（默认不开启），跟踪电机或其他固定振动产生的噪音并将其过

滤后，解决其对IMU的影响，减少干扰，提升无人机飞行的稳定性。

所涉及功能仅在具有2MB内存的飞控中具备，官方建议H7处理器以上飞控开启，开启前请检查飞控是否处于最新固件，确定您的飞控是否具有该功能。

进入地面站后，点击左上方“配置/调试”功能，选择“全部参数表”。设置 FFT_ENABLE = 1，启用 FFT 引擎，将会出现以下默认数值。

重启飞控后，FFT支持也将被启用，其他FFT参数在GCS中应是可见状态。使用默认参数设置后，FFT引擎将运行自检，以确定硬件上的频率匹配情况。如果没有提示任何FFT错误，则说明一切正常。

启用FFT后，最好先进行试飞，以检查飞机的特定噪声频率是否被捕获，并监控CPU负载情况。通常，由此产生的结果将显示清晰的噪声识别和可接受的CPU负载，然后可以使用FFT通过设置以下参数来驱动谐波陷波滤波器：

①设置 INS_HNTCH_ENABLE = 1，启用谐波陷波滤波器；

②设置INS_HNTCH_MODE = 4，使用FFT检测到的频率来控制谐波陷波滤波器频率；

③设置 INS_HNTCH_REF = 1，设置谐波陷波滤波器参考值，对于FFT分析通常代表没有缩放。

驱动谐波陷波滤波器后，操控无人机悬停2分钟，FFT自动学习并保存以下参数。

4.3 电子围栏

电子围栏

FENCE _ ACTION ：围栏采取的行动，改成4写入，撞围栏执行返航模式；

FENCE _ AUTOENABLE ：改成1，进入航线自动执行围栏；

FENCE _ MAXALT ：围栏的高度上限，需自己设，飞机超过这个高度执行自动返航，

FENCE _ MINALT ：围栏高度下限，默认可以是0不变，有需要可修改；

1 点击航线绘制，进入如下界面：

2 点击“航线区域”设计围栏

设置好参数后，进入飞行计划界面，以途中黄色航线为例规划围栏范围，右击界面弹出菜单栏，依次：绘制多边形 - - 添加多边形点，在航线范围内添加闭合的区域（红线）。然后设置返回点，右击界面弹出菜单栏，极限范围 - - 设置返回位置（返回位置必须在围栏以内，最好设置在家的附近），完成后点击"上载"，弹出的对话框高度范围默认即可。围栏变成粉色粗线框（见图3），电子围栏生效，飞机撞击围栏执行" RTL "返航。

3、超过围栏边界的处理

（1）飞行器第一次越过围栏边界，软件切换返航飞行模式。

（2）如果飞行器第一次越过边界时候没能返航或者降落还是一直飞的话，软件会建立一个新的比原来半径和高度增加20米的围栏。飞行器一旦越过这个新围栏的话，软件再一次切换到返航飞行模式。

（3）每次越过围栏边界但返航失败时候，都会在上一个围栏基础上建立新围栏（半径

和高度增加20米），越过新围栏边界时候软件都会尝试切换到返航飞行模式。如果最后建立的新围栏已经比初始设置的半径或者高度大100米，软件就直接切换到降落。

4、围栏边界的注意事项

（1）激活围栏后，飞行器的GPS需要定好位置，并且HDOP的精度要小于2才能解锁。

（2）在开启这个功能前，要测试好软件的返航飞行模式能正常工作。

（3）可以通过遥控器的通道7或者通道8来开启或者禁止这个功能。打开“高级调参”，在通道7选项或通道8选项中选择“Fence”，在对应通道的开关打在高位时候激活围栏功能。

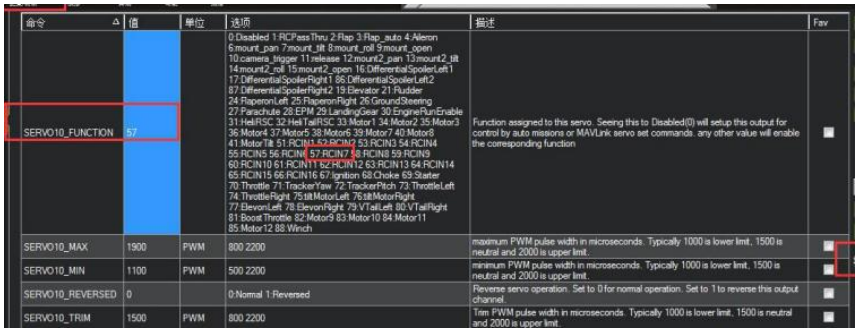
4.4 降落伞

机身伞绳安装　适当调节每根伞绳长度保证伞绳的中心在飞机重心稍微靠前的位置，这样飞

机抛伞后也能保持机身水平，保证降落稳定。确定好机身每根伞线的长度后可以固定伞结，用带垫的螺丝拧紧。

手动开伞的设置步骤

说明：使用的 RC7（也就是遥控器的 7 通道输入），使用 AUX2（也就是飞控的 SERVO10） 连接舵机控制开伞



这个设置相当于把 RC7 和 SERVO10 映射在一起。

自动开伞的设置步骤

CHUTE_CHAN=7，设置遥控器 7 通道开伞

CHUTE_ENABLED=1 使能开伞功能，写入后要重启，可以看到关于伞降的几个新参数

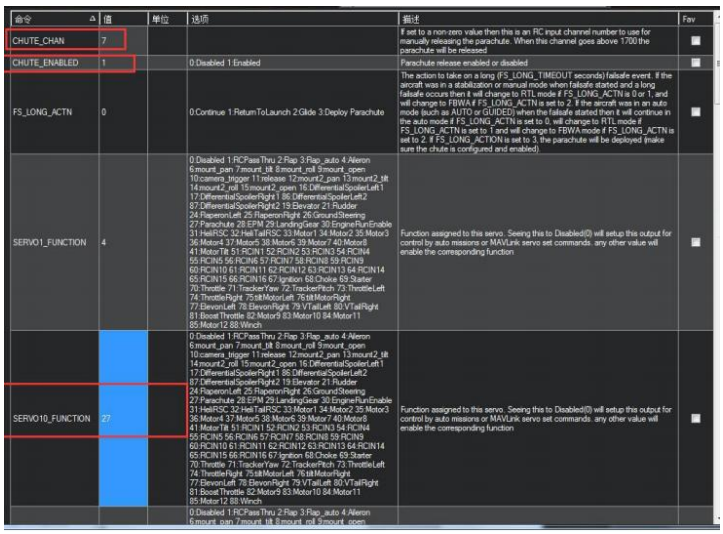
CHUTE_SERVO_OFF=合适的值 调整舵机关闭位置

CHUTE_SERVO_ON=合适的值

调整舵机释放位置

CHUTE_TYPE=10 使用舵机开伞

SERVO10_FUNCTION=57 舵机 SERVO10 口，开启降落伞功能。



命令	值	单位	选项	描述	Fav
CHUTE_CHAN	7			If set to a non-zero value then this is an RC input channel number to use for manually releasing the parachute. When this channel goes above 1700 the parachute will be released	
CHUTE_ENABLED	1		0:Disabled 1:Enabled	Parachute release enabled or disabled	
FS_LONG_ACTN	0		0:Continue 1:ReturnToLaunch 2:Glide 3:Deploy Parachute	The action to take on a long (FS_LONG_TIMEOUT seconds) failsafe event. If the aircraft was in a stabilization or manual mode when failsafe started and a long failsafe occurs then it will change to RTL mode if FS_LONG_ACTN is 0 or 1, and will change to FBWA if FS_LONG_ACTN is set to 2. If the aircraft was in an auto mode (such as AUTO or GUIDED) when the failsafe started then it will continue in the auto mode if FS_LONG_ACTN is set to 0, will change to RTL mode if FS_LONG_ACTN is set to 1,and will change to FBWA mode if FS_LONG_ACTN is set to 2. If FS_LONG_ACTN is set to 3, the parachute will be deployed (make sure the chute is configured and enabled)	
SERVO1_FUNCTION	4		0:Disabled 1:RCPassThru 2:Flap 3:Flap_auto 4:Aileron 6:mount_pan 7:mount_tilt 8:mount_roll 9:mount_open 10:camera_trigger 11:release 12:mount2_pan 13:mount2_tilt 14:mount2_roll 15:mount2_open 16:DifferentialSpoilerLeft1 17:DifferentialSpoilerRight1 86:DifferentialSpoilerLeft2 87:DifferentialSpoilerRight2 19:Elevator 21:Rudder 24:RlaperonLeft 25:RlaperonRight 26:GroundSteering 27:Parachute 28:EPM 29:LandingGear 30:EngineRunEnable 31:HeliRSC 32:HeliTailRSC 33:Motor1 34:Motor2 35:Motor3 36:Motor4 37:Motor5 38:Motor6 39:Motor7 40:Motor8 41:MotorTilt 51:RCIN1 52:RCIN2 53:RCIN3 54:RCIN4 55:RCIN5 56:RCIN6 57:RCIN7 58:RCIN8 59:RCIN9 60:RCIN10 61:RCIN11 62:RCIN12 63:RCIN13 64:RCIN14 65:RCIN15 66:RCIN16 67:Ignition 68:Choke 69:Starter 70:Throttle 71:TrackerYaw 72:TrackerPitch 73:ThrottleLeft 74:ThrottleRight 75:tiltMotorLeft 76:tiltMotorRight 77:ElevonLeft 78:ElevonRight 79:VTailLeft 80:VTailRight 81:BoostThrottle 82:Motor9 83:Motor10 84:Motor11 85:Motor12 88:Winch	Function assigned to this servo. Seeing this to Disabled(0) will setup this output for control by auto missions or MAVLink servo set commands. any other value will enable the corresponding function	
SERVO10_FUNCTION	27		0:Disabled 1:RCPassThru 2:Flap 3:Flap_auto 4:Aileron 6:mount_pan 7:mount_tilt 8:mount_roll 9:mount_open 10:camera_trigger 11:release 12:mount2_pan 13:mount2_tilt 14:mount2_roll 15:mount2_open 16:DifferentialSpoilerLeft1 17:DifferentialSpoilerRight1 86:DifferentialSpoilerLeft2 87:DifferentialSpoilerRight2 19:Elevator 21:Rudder 24:RlaperonLeft 25:RlaperonRight 26:GroundSteering 27:Parachute 28:EPM 29:LandingGear 30:EngineRunEnable 31:HeliRSC 32:HeliTailRSC 33:Motor1 34:Motor2 35:Motor3 36:Motor4 37:Motor5 38:Motor6 39:Motor7 40:Motor8 41:MotorTilt 51:RCIN1 52:RCIN2 53:RCIN3 54:RCIN4 55:RCIN5 56:RCIN6 57:RCIN7 58:RCIN8 59:RCIN9 60:RCIN10 61:RCIN11 62:RCIN12 63:RCIN13 64:RCIN14 65:RCIN15 66:RCIN16 67:Ignition 68:Choke 69:Starter 70:Throttle 71:TrackerYaw 72:TrackerPitch 73:ThrottleLeft 74:ThrottleRight 75:tiltMotorLeft 76:tiltMotorRight 77:ElevonLeft 78:ElevonRight 79:VTailLeft 80:VTailRight 81:BoostThrottle 82:Motor9 83:Motor10 84:Motor11 85:Motor12 88:Winch	Function assigned to this servo. Seeing this to Disabled(0) will setup this output for control by auto missions or MAVLink servo set commands. any other value will enable the corresponding function	
			0:Disabled 1:RCPassThru 2:Flap 3:Flap_auto 4:Aileron 6:mount_pan 7:mount_tilt 8:mount_roll 9:mount_open		

拨动遥控器开关就可以听到“滴—滴—滴”的开伞，舵机摆动，然后约 3 秒后复位。

ARMING_REQUIRE=0 关闭遥控器解锁功能

4.5 自动调参

自动调参的设置

步骤1） 通过飞行模式设置自动调参模式“AUTOTUNE”

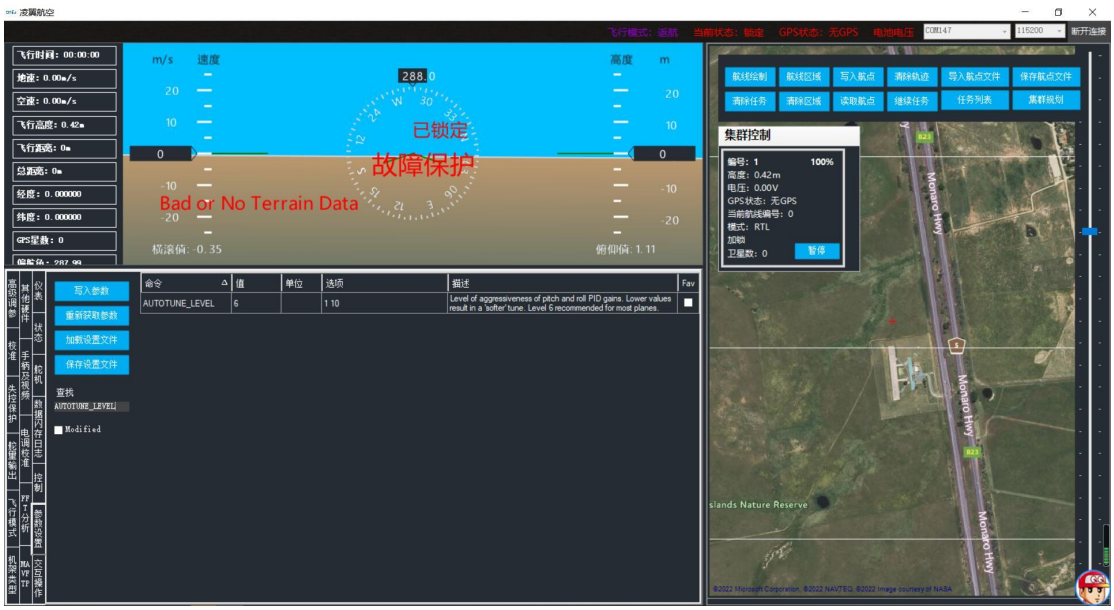
步骤2） 调整相关参数 在地面站高级参数设置里面通过设置AUTOTUNE_LEVEL参

数来选择自动调参等级。

AUTOTUNE_LEVEL参数控制调试敏捷程度。默认等级是6，属于中等调试，适合新手或中级飞手。如果是一个有较多经验的飞手，则可以选择7，设置一个较犀利的调试（姿态变化更快）。

不推荐使用7以上的级别，除非已经进行了一个较低等级的初始调试。

8级以上的仅限于经验非常丰富的飞手。



自动调参操作

首先需要确保飞机的所有基础设置正确。（对固定翼来说，要注意所有控制面的反应无误，并且设置了一个合理的最低空速值。除非您的飞机达到了通过ARSPD_FBW_MIN参数规定的最低空速，否则自动调参不会开始工作。如果您没有安装空速计且仍然设定了上述参数，则会依据通过其他传感器测算出的近似值。）

确保完成遥控器校准，因为自动调参只会在遥控杆全行程下才开始工作。

其他需要检查的：

如果您安装了空速计，请确保工作正常且已经校准。

检查您飞机的重心，确保重心位于飞机说明书上规定的正确位置。通常来说，稍微的头重会比尾重安全一些。

检查您的控制面板微调设置。

确保您的失控保护设置正确。请尝试把飞机放置在地面并关闭遥控器（卸除螺旋桨或设置保险）然后检查飞机如何反应。

果需要，设置一个安全的地点左右返航的集合点。

使用自动调参飞行

一切都设置妥当之后就可以开始用自动调参模式飞行了。既可以用自动调参模式起飞，也可以通过其他模式起飞达到一定高度后切换为自动调参模式。

当切入了自动调参模式之后，会发生如下反应：

自动调参系统会立即加载一些横滚和俯仰I和D的默认值和最大横滚和俯仰速率。这些参数依据AUTOTUNE_LEVEL设置而定。

自动调参系统会自动监测您要求的横滚和俯仰速率（由遥控操作杆行程决定）。当要求的横滚俯仰速率超出最大值的80%时，自动调参系统会根据飞机的反应来学习飞机的横滚或俯仰调试参数。

自动调参系统每10秒保存一次10秒前的数据。这就意味着如果自动调参导致您的飞机不稳定的话，您有10秒钟来切换成别的模式来恢复。当您切出自动调参模式时，最后一次保存参数会被还原。

如果您使用默认的横滚俯仰参数开始飞行，当刚开始进入自动调参的时候您可能会发觉飞机反应很迟缓。同时您也会感觉到随着调试的进行这个情况会慢慢好转。确保飞行的空域足够大来适应又长又慢的转向。

自动调参成功的关键是在于用遥控杆进行快速的横滚和俯仰动作。每次操作应只进行横滚或俯仰其中的一项，同时要快速将控制杆行程打满。旋翼调参只需要单通道、缓慢打杆就好。

对固定翼来说，有如下要求：

在横滚方向应使用副翼杆进行一个右急转操作，随即朝反方向拨杆进行一个左急转动作。注意并不需要等到飞机在每次拨杆操作后机身完全偏转。每往一个方向拨杆后2秒即迅速反向拨杆。每次突然快速往复后飞控会改进调试数值的5%。因此您需要至少20次全摇杆动作才能得到一个比较合理和调试结果。

对于俯仰调试需要使用操纵杆使飞机做翻滚机动。向后拨升降杆到底，随即推杆到底。继续反复做20次。

如果初始调试参数设置过低，那么自动调参飞行中应该可以观察到飞机会逐渐变得更加反应灵活。如果飞机一旦变得不稳定，感觉到继续飞行会比较危险的话，那么应当切出自动调参模式。这会使参数恢复到10秒前的状态。

不要过早停止

建议至少做20次快速横滚操作和至少20次快速俯仰操作，越多越好。一些人过早结束导

致调试不充分，使飞机抗风能力欠佳，或者高度保持不准。请持续用自动调参模式飞行直到您认为飞机已经到达最佳状态。

完成调参

当通过自动调参获得了合理的横滚和俯仰调试参数之后，应手动调试一些其他的关键参数来完成所有调试。

飞机需要用到的参数有：

NAVL1_PERIOD：默认值是25，是一个对于调试状态较差的机体来说非常保守的值。它控制飞机在自动控制模式（比如自动、返航和定点盘旋模式）下转向的灵敏程度。大多数飞机应该适用一个相对低得多的值。当成功完成了横滚和俯仰自动调参后应该把NAVL1_PERIOD参数调低至18。如需调到更低的水平， 需要适用自动模式飞一个矩形飞行任务，每次调节降低NAVL1_PERIOD的步长为1，直到达到您满意的转向率为止，并要避免飞行中“甩尾”的情况发生。

PTCH2SRV_RLL：这个参数控制在转向时升降舵如何动作来使机头保持水平。很多飞机在需要默认值1.0的基础上进行微调。为观察是否需要调整这个参数，应在FBWA模式下保持最小半径盘旋，即向一个方向打满副翼杆，同时不带任何升降操作。如果飞机爬高，应将PTCH2SRV_RLL调低一点点（刚开始试着降低到0.95）。如果飞机掉高怎需要调高PTCH2SRV_RLL一点（刚开始试着调高到1.05）。如果需要调到高于1.3或低于0.8，那么就说明您的机体安装或存在问题（例如重心有误，推力线不佳，空速校准不佳，俯仰调参太软，或严重的罗盘错误）。您应该试着先解决安装问题。

自动调参相对于手动调试

想要达到最佳的飞行性能，应该进行手动调试，或许至少是从自动调参结果的基础上开始。自动调参系统是设计用来针对大多数飞机获取合理参数值的保守系统，并不是一个“完美的调参神器”。如果舍得花工夫，手动调试才能获得更好的性能。自动调参虽然直接调整P增益值，但D和I的增益值仍是保守地基于AUTOTUNE_LEVEL和P值而定。

不过还是建议每个人还是从自动调参开始着手。正确调试一架飞机不太容易，但自动调参会比绝大多数用户都能做得更好。因此从自动调参开始，如果想做得更好的话，再慢慢探索手动调试的相关说明。

手动增加D值可以改善横滚和俯仰值得反应准确度，从而使飞机减少受到阵风和乱流的影响。最佳的D值出现在当您一点点增加D值直到出现摆动的时候。同时也是作为导致出现摇摆的临界值。由此产生的摆动可能会很明显，因此在做好准备好切换手动飞行之前不要进

行调高D值的操作。建议D增益调试在较低油门和空速水平下进行。

如果手动调整I增益，还需要同时调整p值来保持正确的反应，因此I值调整仅仅推荐高级用户使用。

4.6 固定翼自动起飞

固定翼飞机可以自动发射多种类型的飞机。下面的说明将教你如何设置你的任务来支持自动起飞。

基本说明

自动起飞的基本思想是自动驾驶仪将油门设置为最大，并爬升到指定的高度。要使飞机执行起飞，请将NAV_TAKEOFF命令添加到您的任务中，通常作为第一个命令。这个命令有两个参数 - 最小俯仰角和起飞高度。最小俯仰控制飞机在起飞过程中以什么俯仰角地爬升。建议大多数飞机的值在10到15度之间。起飞高度控制起飞被认为完成的高于家中的高度。确保这个高度足以让飞机在起飞后安全地转弯。 40米的高度适合各种飞机。

在起飞过程中，机翼将保持在LEVEL_ROLL_LIMIT范围内内。这样可以防止急转弯造成机翼撞地面起飞的跑道。

请注意，起飞方向是从自动起飞命令开始时飞机所在的方向设置的。所以你需要把飞机指向正确的方向，然后切换到自动模式。在起飞的第一阶段，自动驾驶仪将使用陀螺仪作为保持飞机直行的主要机制。在达到良好的GPS航向足够的速度之后，飞机将切换到使用GPS地面轨道，这使得它能够考虑横风。

只要有可能，你应该尝试着迎风。

手抛发射

手抛发射是发射较小的飞机，如泡沫滑翔机的常用方法。飞机有许多参数来控制手的启动。如果您打算以自动模式启动您的飞机，请仔细查看这些选项。

一个很好的手抛发射的关键是：

如果螺旋桨在发动时落在手后面，那么确保电动机在您的手经过之前不会启动

控制手发射的主要参数是：

TKOFF_THR_MINACC

TKOFF_THR_DELAY

TKOFF_THR_MINSPD

TECS_PITCH_MAX

当自动起飞任务命令开始时（通常通过切换到自动模式），自动驾驶仪以“油门抑制”模式启动。只有TKOFF_THR_参数设置的条件满足后，油门才会启动。

TKOFF_THR_MINACC参数控制油门将会结合飞机的最小前进加速度。前进的加速度来自你发射飞机的手臂投掷动作。您需要将此值设置得足够高，使得当您正常携带飞机时，电机不会自动启动，但又足够低，以便您可以通过正常的投掷动作可靠地触发加速。大多数飞机的价值大约15米/秒/秒。

TKOFF_THR_DELAY参数是延迟1/10秒的单位，以在达到最小加速度后阻止启动电机。这是为了确保在电机启动之前螺旋桨已经过了你的手。建议手动启动至少2秒（0.2秒）。

TKOFF_THR_MINSPD参数是电机启动前的最低地面速度（由GPS测量）。这是一个额外的安全措施，以确保在电机启动之前飞机已经脱离您的手。推荐使用4m / s的值。

请注意，如果您的飞机是“拖拉机”类型的电机在前面，那么您可能需要将TKOFF_THR_DELAY和TKOFF_THR_MINSPD设置为零，或使用较低的值。

您应该考虑的最后一个参数是TECS_PITCH_MAX参数。这将控制自动驾驶在自动飞行中要求的最大俯仰。设置为非零值时，将替换所有自动油门飞行模式的LIM_PITCH_MAX参数。将此参数设置为一个足够小的值以确保飞机能够在全油门时可靠爬升将使起飞更可靠。对于大多数飞机来说，设置成20就可以了。

弹射器发射

弹射器发射和手发射之间的主要区别在于，弹射器通常会给飞机提供更高的加速度，所涉及的风险主要是螺旋桨将撞击弹射框而不是击中你的手。

在大多数其他方面，弹射器的发射就像是手动发射，同样的4个关键参数也适用。如果您的弹射器设置为使得电机在飞机离开弹射器的框架之前不能运行，那么您将需要选择参数以确保有足够的延迟。通常这意味着TKOFF_THR_MINACC（比如说20m / s / s）的值更高，测量GPS地面速度之前的延迟更长。可能需要进行一些实验，但是TKOFF_THR_DELAY值为5很可能对许多弹射器有好处。

蹦极发射

一次蹦极式发射使用了一段长长的弹力来发射飞机。这可以是一个更便宜的替代弹射器，并为许多中小型号提供良好的结果。

适用于手动发射和弹射发射的4个参数也适用于蹦极发射，但是您需要的值是不同的。蹦极发射的主要风险（尤其是推进螺旋桨）的主要风险是螺旋桨将撞击蹦极绳，损坏螺旋桨

或蹦极或两者。为了防止这种情况的发生，你应该有更高的TKOFF_THR_DELAY值，使得它在电机启动之前就已经松开了蹦极。 50左右的值（延迟5秒）可能是一个很好的起点。

跑道起飞（CTOL）

跑道起飞，也被称为轮式起飞或CTOL（常规起飞着陆）。从跑道上设置一个好的自动起飞比其他类型的发射要复杂一些，需要更多的参数设置和更多的调整。

跑道起飞的一个关键考虑因素是你是否有拖车（尾轮转向）或三轮车底盘（前轮转向）。三轮车起落架飞机的自动起飞更容易，尾部牵引机需要额外的参数。

跑道起飞的关键参数是：

TKOFF_TDRAG_ELEV=-20

TKOFF_TDRAG_SPD1=17

TKOFF_THR_SLEW=20

TKOFF_ROTATE_SPD=22

TECS_PITCH_MAX=8

GROUND_STEER_ALT=0

除了这些参数之外，还需要调整地面转向，以便地面转向控制器能够可靠地转向飞机。参见设置地面转向的单独页面。作为这个调整的一部分，你需要设置GROUND_STEER_ALT参数。

前两个参数主要用于尾翼飞机，尽管它们也可以用来在起飞时保持三轮摩托车的前端。

TKOFF_TDRAG_ELEV参数用于在起飞初始阶段在跑道上牢牢抓住尾部牵引装置的尾部，以便在跑道上有足够的抓地力进行引导。对于尾部牵引机，这通常设置为100，这意味着在起飞的初始阶段，升降机100％起飞。对于三轮车底盘飞机，需要在鼻子上额外增加一点重量才能获得良好的转向，可能会发现-20（意味着降低20％）值可能会有所帮助。

当起飞开始时，自动驾驶仪将使用TKOFF_TDRAG_ELEV电梯（按百分比），直到飞机达到每秒TKOFF_TDRAG_SPD1米的速度。您需要将TKOFF_TDRAG_SPD1设置为低于起飞速度的速度，但高于飞机能够使用其方向舵转向的速度。当飞机到达TKOFF_TDRAG_SPD1时，它将释放升降舵，而是使用正常的飞行俯仰控制器来尝试保持俯仰水平。这将有一个拖尾飞机尾巴抬高的效果。

TKOFF_ROTATE_SPD参数控制自动驾驶仪何时试图抬起机头（俯仰）离开地面。这需要是飞机能够爬升的速度，所以它应该比飞机失速速度高出至少2米，最好是更高。较高的值将意味着更长的起飞时间（因此需要更多的跑道）。

TKOFF_THR_SLEW参数控制起飞过程中的油门摆动速率（以每秒百分比为单位）。这是用来让油门以适合您飞机的速度升高。这应该有多高取决于飞机的类型。地面起飞通常是一个好主意，可以限制油门斜度的上升速度，以防止来自电机的扭矩导致大的转向变化。值为20（意味着每秒20%的节气门变化）对于许多尾部牵引器是好的。三轮车起落架飞机可能能够处理较大的油门转速。

与其他类型的起飞一样，TECS_PITCH_MAX参数控制着起飞时所用的最大桨距。确保这是限制在一个价值，飞机可以使用爬满油门快速。大约20度的值适用于多种飞机。

在FBWA模式下测试地面起飞

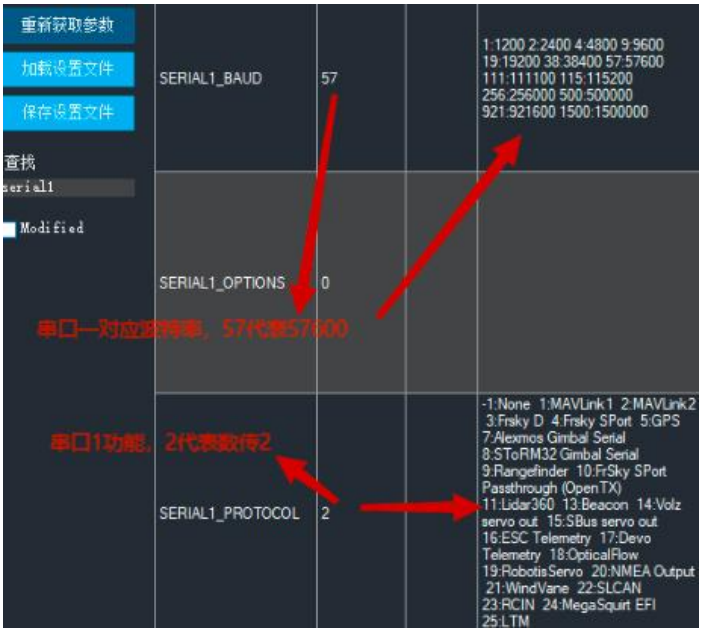
使用FBWA飞行模式测试起飞代码有时很有用。这样做的方法是将FBWA_TDRAG_CHAN参数设置为发送器上的RC输入通道（通常是一个瞬时开关，如教练开关）。当您在跑道上等待FBWA模式起飞时，此RC通道变高，自动导航将检查您是否配置了TKOFF_TDRAG_ELEV和TKOFF_TDRAG_SPD1参数。如果它们被设置为非零值，则电梯将在FBWA中以与它是如何控制AUTO自动起飞相同的方式进行控制。一旦该RC通道升高，电梯将转到TKOFF_TDRAG_ELEV值（通常为尾部拖车的100%），并且将停留在那里，直到飞机达到每秒TKOFF_TDRAG_SPD1米的地面速度。

这为在FBWA模式下测试自动起飞提供了一个方便的方法，也是一种在FBWA模式下获得更好的地面转向的好方法。

4.7 垂起无人机调试

将飞控与电脑用usb线连接，进入交互操作，点击烧写固件，烧写完成会有音乐播放完成提示框弹出

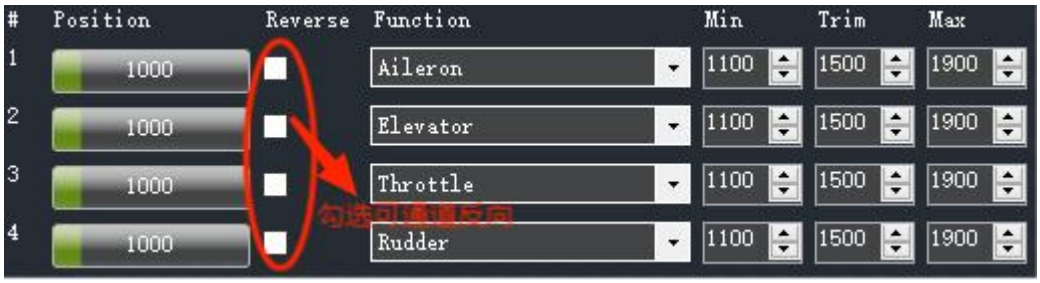
第一步完成后直接选择com口点击连接，连接成功后进入参数设置，选择数传串口，修改数传对应波特率



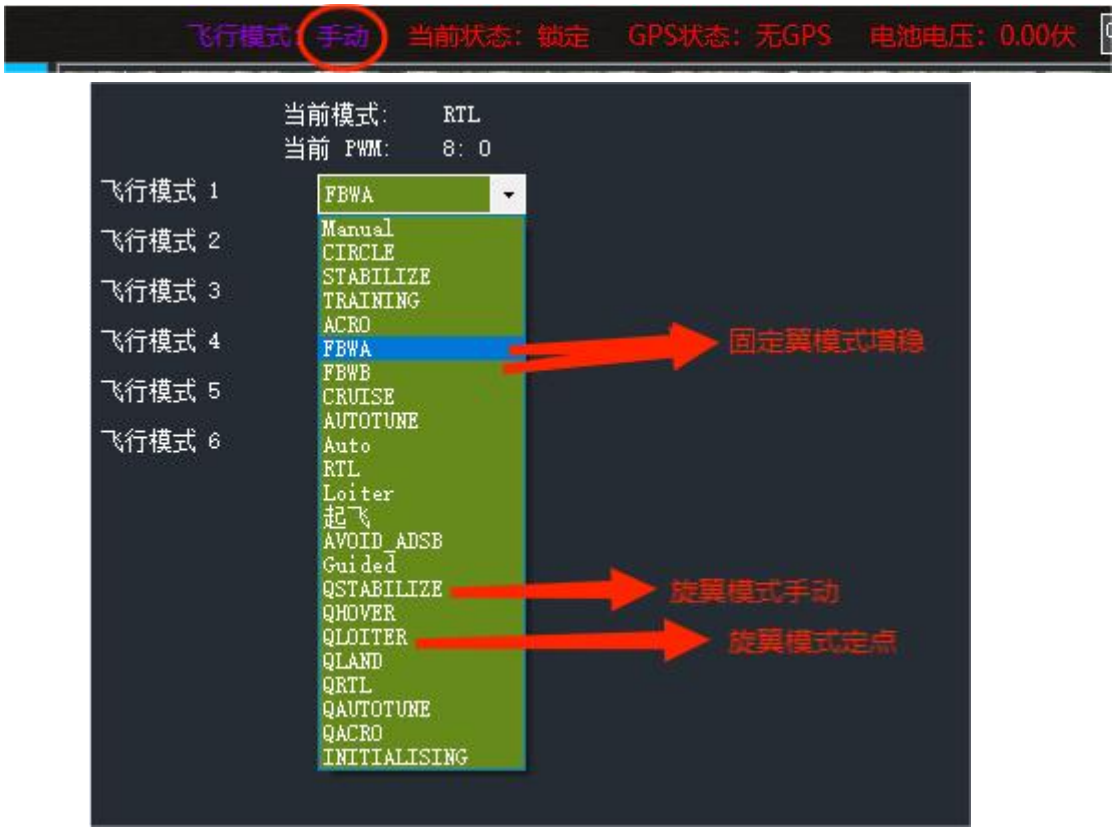
进入参数设置，关掉自检和安全锁

打开垂起参数

查看舵量输出，看各个通道是否正常输出，四个旋翼通道为9、10、11、12



设置飞行模式，垂起一般为:旋翼手动、旋翼定点、固定翼增稳　等，根据需求设置即可，地面站上方会显示飞行模式



检查舵面极性，增稳极性等逻辑

校准：加速度计、遥控器、指南针

加速度计校准根据地面站提示操作即可

遥控器校准将各个遥杆打至最大，点击完成即可

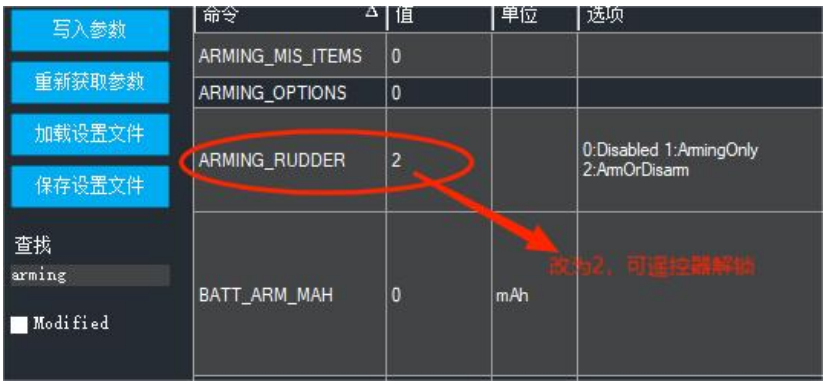
指南针校准：GPS校准需要将GPS和飞控方向保持一直，绕三个轴转动，直到地面站提示完成；RTK只需安装好定位和测向天线的前后位置（前后距离大于300mm），不需要校准

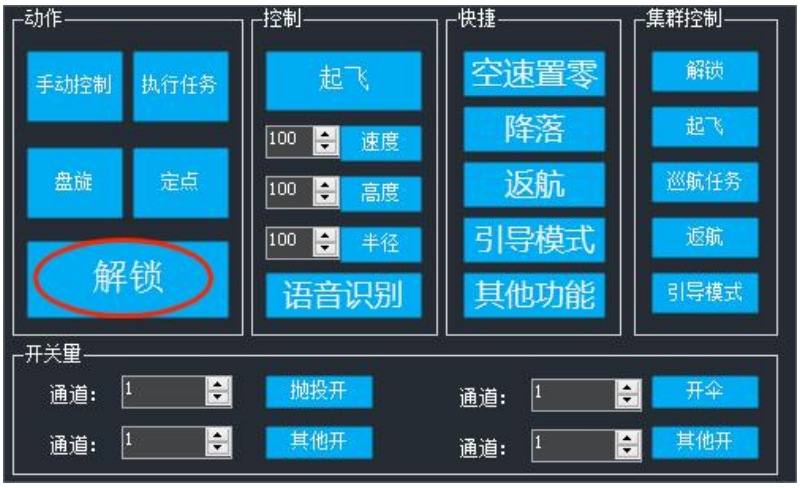
检查垂起相关参数，根据飞机相关特性进行设置

Q_ENABLE	1	打开垂起模式
SERVO2_FUNCTION	79	V尾
SERVO4_FUNCTION	80	V尾
FLTMODE_CH		飞行模式
THR_MAX	100	功率方面
THR_MIN	0	油门
ARMING_RUDDER	2	解锁方式
KFF_RDDRMIX	0	关闭副翼与尾翼混控
Q_FRAME_CLASS		多轴种类
Q_FRAME_TYPE		机架类型
Q_ASSIST_ANGLE		固定翼角度超过设定值旋翼保护
Q_ANGLE_MAX		旋翼飞行角度限制
ARSPD_FBW_MAX		固定翼飞行最大速度
ARSPD_FBW_MIN		固定翼飞行最小速度
Q_ASSIST_SPEED		多轴介入速度
ARSPD_USE	0	空速禁用

检查高级参数，根据飞机相关特性进行设置

解锁，地面站可以设置遥控器“内八，外八”解锁，也可地面站解锁





4.8 固定翼自动着陆

配置自动着陆

飞机可以自动降落飞机，作为任务计划的一部分。

要使飞机着陆，需要在任务结束时添加一个NAV_LAND命令，指示所需着陆点的纬度，经度和高度。在大多数情况下，高度应设置为0.在着陆期间，当飞机到达熄火点时，自动驾驶仪将关闭油门并保持当前航向，由下述参数控制。

关键参数

控制自动着陆的关键参数是：

LAND_FLARE_ALT

LAND_FLARE_SEC

LAND_PITCH_CD

TECS_LAND_ARSPD

TECS_LAND_SPDWGT

下面介绍每个参数的含义和建议值。

设置flare点

“flare”是当自动驾驶仪切断油门并提高倾斜度时，着陆的最后阶段，增加阻力并放慢飞机沉入地面。适当的flare时间取决于飞机的类型，并由LAND_FLARE_ALT和LAND_FLARE_SEC参数控制。

flare的主要控制是LAND_FLARE_SEC参数。如果飞机继续以当前的下降速度继续飞行，那么这是几秒钟之前的时间。所以，如果飞机以2米/秒的速度下降，并且将LAND_FLARE_SEC设置为3，则飞机将在地面以上6米的高度发射。通过使用一段时间冲击来控制flare，如果飞机快速下降，则飞机能够在更高的高度发射;如果飞机缓慢下降，则可以在更低的高度发射。这有助于确保flare能够产生平稳的触地。

第二个控件是LAND_FLARE_ALT。无论飞机的下降速度如何，这个高度都是以米为单位的高度。

这两个参数的适当值取决于自动驾驶仪如何估算其高度在地面以上。如果自动驾驶仪有一个很好的测距仪（如激光雷达），那么你可以安全地选择相当小的数字，并接近地面熄火。这通常会产生更好的着陆。 LAND_FLARE_SEC为1.5，LAND_FLARE_ALT为2的值是以LiDAR开始的好地方。如果仅仅依靠气压计着陆高度，则可能需要更高的值才能解释气压误差。

控制滑翔坡度

设置flare点的另一个重要因素是下滑道。滑翔坡度是从最后一个航点到着陆点的距离与最后航点和着陆点之间的高度差的比率。例如，如果着陆点距离最后一个航点300米，最后

一个航点是地面30米，那么滑翔斜率为10％。

如果滑翔坡度太陡，那么飞机将不能及时发亮以避免撞击，加上自动驾驶仪可能无法准确地将飞机保持在进近坡道上。建议您以最多10％的下滑坡度开始。您的飞机能够处理的下滑坡度取决于您的俯仰控制器的调校能力，您的TECS调校的效果以及您要求的着陆速度。

如果您发现您的飞机没有准确地跟踪所需的滑行坡度，那么您应该首先检查您的日志中的俯仰调整，并确保在着陆过程中要求的和实现的音高在几度之内匹配。如果他们没有看到音调调整文档（或者可能需要重新运行AUTOTUNE）。如果要求和达到的pitch匹配，那么你应该检查你的TECS记录，以确保在着陆过程中要求和达到的空速相匹配。查看TECS调整补丁以获取更多信息。

你也应该知道，很多模型飞机可以长距离滑行，也可能是你所要求的滑翔坡度和空速组合不可能实现。

着陆空速

自动着陆通过使用空速传感器得到极大的帮助。使用空速传感器时，着陆进场速度（下滑速度）由TECS_LAND_ARSPD参数控制，单位为米/秒。

您需要为TECS_LAND_ARSPD选择高于您的飞机失速速度的值，但要足够低以使飞机能够在合理的距离内降低高度并降落。请注意，由于失速速度取决于您的飞机的重量，如果您显着改变飞机的重量（例如添加电池或摄像头），则需要调整降落速度。

为了进一步改善着陆，您可以使用预扩张来在发生火光之前降低空速。这可以通过设置LAND_PF_ALT或LAND_PF_SEC来进入一个固定高度的预闪光状态，或者估计到地面的秒数（考虑到你现在正常的速率）。一旦Pre-Flare被触发，所需的空速变为LAND_PF_ARSPD。该值应该低于TECS_LAND_ARSPD，但大于失速速度。在反向推力可用的情况下，这一点特别有用。然而，一些飞机可以处理失速降落，所以将其设置为非常低的数字（1）将告诉飞机在发生火炬之前尽可能多地排空空气。

控制方法

在着陆进近过程中，自动驾驶仪需要平衡要求的空速（由TECS_LAND_ARSPD设置）和要求的滑翔坡度和着陆位置（由前一个航点和最终着陆点设定）。默认配置试图平衡这两个要求，但对于某些飞机，您可能需要优先考虑。

空速控制与高度控制的优先级使用TECS_LAND_SPDWGT参数进行设置。值1（默认）意味着两者之间的平衡。接近于2的值给出空速的更高优先级，而接近于零的值给予高度控制更高的优先级。例如，如果您以接近失速速度的速度降落，则您可能希望将空速控制放在

最重要的位置。为此，应将TECS_LAND_SPDWGT设置为接近2的值，如1.9。

如果你想在着陆的时候想要的是精确的，那么你应该把TECS_LAND_SPDWGT设置为一个较小的数字，比如0.2甚至0.0。在这种情况下，飞机仍然会尝试使用油门来达到目标着陆的空速，但是它不会试图用俯仰来控制空速。

如果您正在降落滑翔机（或者没有电机的飞机），那么您应该将TECS_LAND_SPDWGT设置为2.0，这样空速就是优先级，空距将用于控制空速。

在大多数情况下，-1的值给出最好的结果。这个特殊的值会在着陆过程中自动调整数值，从正常的TECS_SPDWEIGHT值降到零点。在进近的过程中，您保持良好的空速，但在您登陆的时候，重点是更准确的着陆。

控制flare

着陆的最后阶段被称为“flare”。在flare期间，飞机试图保持沿着最后一个航点和着陆航点之间的航线，并且仅使用目标下降速度来控制其高度。一旦flare开始，油门被“禁用”- 设置为THR_MIN和零之间的某个值。

飞行控制器在flare中的主要工作是尝试达到TECS_LAND_SINK参数中指定的下降速率。默认为0.25米/秒，对大多数飞行器来说是一个合理的降落垂直速度。为了达到这个速度，TECS控制器只有在马达被迫归零时才使用桨距控制。

影响飞机达到理想下降速度能力的主要参数是LAND_PITCH_CD，TECS_LAND_DAMP和主俯仰调整参数。

LAND_PITCH_CD参数设置耀斑中的最小俯仰目标（以厘米为单位）。这个参数是非常专门设计的，目的是为了防止在接地时飞机的机头过低，造成损坏起落架或破坏螺旋桨的问题。对于大多数飞机来说，这应该是一个小正数（如300，意思是3度），但对于一些腹部着陆的飞机，可以设成小负数，如果flare时飞机远离地面，将失速。

请注意，由于TECS控制器试图控制下降速率，因此飞机的实际俯仰角可能比LAND_PITCH_CD高很多。如果TECS_PITCH_MAX参数非零，则最大俯仰由TECS_PITCH_MAX参数控制，否则由LIM_PITCH_MAX参数控制。

TECS_LAND_DAMP参数是过程中桨距控制的阻尼常数。数字越大，俯仰要求变化越慢。这个参数可以用来减少熄火发生时突然发生俯仰变化的问题。

Flare之后

飞机flare后继续导航，但零油门。导航方向是从最后一个航点通过着陆点向前外推的一条线。请注意，导航滚动将被限制为LEVEL_ROLL_LIMIT（默认为5度）以防止机翼打击

，所以如果存在显着的横风，则飞机可能无法保持精确的路径。

如果您的飞机长时间持续着陆（可能出于各种原因），那么您可以调整TECS_LAND_SRC以强迫失速（负）或降低（正）。此值会调整您的TECS_LAND_SINK与距离LAND点的距离成比例。这有助于确保您从LAND点合理的距离。

注意

长期着陆的可能原因包括地面效应使得飞机有更多的升力，因为它靠近地面，或者只是飞机飞得很快。

当飞机停止移动LAND_DISARMDELAY秒（默认20秒）时，它将解锁电机。或者，可以通过设置LAND_THEN_NEUTRL触发LAND_DISARMDELAY，从而禁用伺服移动。

使用测距仪

如果你已经为你的飞机安装了测距仪，那么你可以使用它来更准确的着陆控制。要允许测距仪用于着陆，您需要将RNGFND_LANDING参数设置为1。

当使用测距仪着陆时，测距仪给出的高度仅用于着陆进近和确定眩光点，其目的是使飞机更准确地跟随下滑道并在正确的时间闪光。

注意

测距仪的效果可能取决于您飞过的地面，所以最好在飞行模式（如FBWA）中进行一些低通，然后检查日志以检查测距仪是否正常工作。

另外请注意，如果您有更远距离的测距仪，那么将测距仪的最小范围设置为远高于零是个好主意。例如，脉冲激光雷达的典型范围超过40米，当它读取错误的读数往往读取范围小于1米。将RNGFND_MIN_CM设置为150将丢弃1.5米以下的任何测距仪读数，并将极大地提高激光雷达着陆的鲁棒性。

改善着陆

一个好的着陆的关键是自动驾驶知道它离地面有多远。使用默认设置，可用于检测高度的唯一传感器是晴雨表。不幸的是，气压计有三种主要的误差：

气压变化引起的气压漂移

由于自动驾驶仪电子部件的温度变化而造成的气压漂移

气压计周围气流的局部压力变化引起的气压误差

良好的自动着陆的理想设置是激光雷达。激光雷达可以非常准确地测量到地面的距离，而不会发生漂移。如果您安装了激光雷达，则可以使用RNGFND_LANDING = 1进行着陆。

如果激光雷达没有安装，那么可以采取一些措施来尽量减少自动着陆的气压误差问题

在电子设备加热后执行气压计校准。Pixhawk最简单的方法是用安全开关解除飞机的飞行状态。当飞机撤防时，它假定它在地面上，并将气压计调到当前的压力。

尽量避免直接通过自动驾驶仪的气流，这可能导致速度相关的压力变化

飞行时间缩短，可以减少更换空气的时间。检查你的日志，看看是否一直在零高度着陆

在飞机降落的情况下，它也可以很好的设置着浅间距的着陆（在LAND_PITCH_CD中），并设置一个稍微高一点的高度，只有当你的失速速度足够低，滑行一段时间才能可靠地工作，这将是唯一的工作。

使用DO_LAND_START

有时触发自动着陆作为RTL（返回到启动）的一部分是有用的。要做到这一点，你需要做两件事情：

在你的着陆序列开始之前，向你的任务添加一个DO_LAND_START任务物品

将RTL_AUTOLAND参数设置为1或2

它的工作方式是当飞机进入RTL时，它检查参数RTL_AUTOLAND是否被设置为1或2.如果是，则搜索当前任务DO_LAND_START类型的任务项目。如果找到了，那么飞机将自动进入自动模式并着陆，从DO_LAND_START标记之后的任务部分开始。

确切的行为取决于RTL_AUTOLAND值：

如果RTL_AUTOLAND = 1，那么飞机将首先像往常一样RTL，然后当它开始绕回返回点（回家或集合点）时，它将在DO_LAND_START和陆地之后切换到AUTO任务

如果RTL_AUTOLAND = 2，则飞机将完全绕过RTL并直接进入着陆序列。

你可以选择在你的任务中包含多个DO_LAND_START任务物品。如果这样做，则使用DO_LAND_START任务项目的纬度/经度来选择使用哪个着陆序列。使用最接近当前位置的DO_LAND_START。如果您针对不同的风况或不同的地区有多个着陆序列，这可能会很有用。

如何中止自动着陆

提供一个着陆中止机制，允许您以安全，受控和预期的方式中止着陆顺序。自定义中止行为可以预先编程作为任务的一部分，或者您可以使用默认的中止机制。要启用此功能，请设置参数LAND_ABORT_THR = 1。

这个功能有三个步骤：＃。触发中止＃。中止＃期间的行为。中止完成后的任务状态。

步骤1）中止降落触发

这是触发自动着陆中止的三种方式。他们都只能在自动模式下工作，并且正在执行

LAND航点任务项目：

使用GCS发送MAV_CMD_DO_GO_AROUND命令。 Mission Planner在FlightData Actions标签上有一个标记为“Abort Landing”的按钮。

RC输入油门> 90％。这会在AUTO模式下触发一个中止。油门只需要很短的时间来触发它。不要忘记降低它！

模式改变。对于人体飞行着陆中止，您可以将自动模式切换到例如MANUAL / STABILIZE / FBWA，然后根据需要安全地导航飞行器。使用此方法将跳过中止行为步骤2，因为它正在手动完成。当切换回AUTO时，任务将按照下面的步骤3所述继续。

步骤2）中止飞行行为

中止行为具有默认配置，不需要预先计划的任务。默认的中止行为是模拟自动起飞：调高至少10度，并将油门设置为TKOFF_THR_MAX并保持航向，直到达到目标高度30米。可以改变俯仰和高度以允许定制的行为。

俯仰最小。如果在这次任务中执行过NAV_TAKEOFF，那么相同的音高将在这里被重新使用。

目标高度。如果NAV_LAND参数1> 0，那么它被用作以米为单位的目标高度。否则，如果NAV_TAKEOFF曾经执行过这个任务，那么相同的高度将在这里被重新使用。

如果放弃触发器是通过模式改变的话，这个步骤将被跳过，因为假定飞行员手动地接管并且以他们选择的音高和油门飞行到安全高度。

步骤3）中止着陆完成后的任务状态

一旦中止土地完成，通过达到目标高度或切换回AUTO，任务指数将会改变，您将不再执行NAV_LAND命令。使命指数将改变为这三个选项之一，并按此顺序进行检查：

如果NAV_LAND任务项目后面是任务项目CONTINUE_AND_CHANGE_ALT且param1 = 0或1，则任务索引将增加一次该命令并像正常一样执行。这之后可以进行任何定制的任务行为的进一步的中止任务计划。

否则，如果在任务中有DO_LAND_START，则跳转到该索引。

否则任务指数减一次是NAV_LAND之前的索引。这将确保重复相同的着陆方法。

逆推着陆

一些ESC允许反向。在螺旋桨上反向使用时，会产生一个负向推力，可以用来降低空速。在陡峭着陆的过程中，这种方法可以用来保持稳定的低速空速，让您更轻松准确地降落。要使用此功能，强烈建议使用空速传感器和测距仪（见上文）以获得准确的高度。

注意

从Plane v3.5.1开始，反向推力着陆是可用的。

关键参数

控制反推着陆的关键参数除了1.1中列出的外，还有：

LAND_PF_ALT

LAND_PF_SEC

LAND_PF_ARSPD

USE_REV_THRUST

TECS_APPR_SMAX

RC3_TRIM

THR_MIN

ESC（电子调速器）

硬件选择和编程

大多数电调可以正反转运行，但这通常不是股票功能，可能需要重新编程才能完成。 任何SimonK和BLHeli兼容的ESC都可以flare以支持反向推力。

这里是关于BLHeli兼容的信息。

硬件配置

通过改变它的中性点来配置您的ESC反向推力。许多ESC需要定制固件来实现这一点。搜索谷歌或您的ESC的mfgr有关如何配置您的特定ESC的说明。

设置这些：

最小PWM到1000，中间到1500，最大到2000。

THR_MIN为负值，例如-100。接下来将RC3_TRIM（或其他RCx映射到通过RCMAP_THROTTLE进行调节）设置为ESC的中间值。

确定您的最大下滑角度

对于陡峭的着陆方法，限制是你能保持你想要的空速。这取决于您的飞机创造反向推力（电机+支撑推力）的能力及其对减速（飞机质量）的阻力。在许多情况下，极度陡峭是不必要的，但是可能的。超大型电机和轻型飞机可以像60度一样陡峭。

要确定最陡峭的接近角度，请将TECS_APPR_SMAX设置得非常高，以免限制您（例如99）。接下来，计划一个比正常的方法更陡峭的任务（尝试15度，从那里上去）。在进场时注意你的空速 - 飞机应该能够保持TECS_LAND_ARSPD而不超过可用倒车油门范围的75

％。如果不是这样，那么你的飞机的负推力质量比就太高了。

请记住，无论您决定的最大值如何，在所有的风力条件下都是不可接受的。保持可重复性最好保守一点。

设置前眩光

在安装了测距仪和空速传感器之前，在闪光点前，我们将获得精确的空速和高度读数。这给了我们一个很好的想法，我们的动力和稳定的“初始条件”，以最后的耀斑。将LAND_PF_ALT（或LAND_PF_SEC）设置为相当高的点（例如10米）并从那里调整。接下来将LAND_PF_ARSPD设置为恰好高于您的失速速度的值。

当达到LAND_PF_ALT时，空速需求将立即从TECS_LAND_ARSPD变为LAND_PF_ARSPD。这将导致它通过增加的反向推力而踩下制动器，从而使空速减小到期望的空速。

诀窍是将LAND_PF_ALT设置为达到LAND_PF_ARSPD的高度，然后杀死LAND_FLARE_ALT处的油门（发生在一个稍低的高度 - 约1米或2米）。

例如，TECS_LAND_ARSPD = 15，LAND_PF_ARSPD = 12，LAND_PF_ALT = 12，LAND_FLARE_ALT = 2。根据您的斜率，飞机质量和电机+推进器推力，您预计飞机从15m / s减速到12m / s空速，同时降低10m到2m。这些是调整的关键参数，以确保低于2米高度的平稳和缓慢的flare。

Flare

现在，您正在以稳定和可预测的空速开始Flare，控制Flare更容易。如果你已经调整了你的flare，而不是反向推力的话，你会想要调整它。您会注意到您的广告调整速度要慢得多。你之前必须做的调整和妥协更容易处理。

确定您的飞机的实际失速速度

除非你真的知道你在做什么，否则摊位速度很难估计。传统上，要确定这个真正的价值，你需要慢慢地降低你的空速，直到你失速，但是这个麻烦的问题是，现在你有一架失速的飞机从天上掉下来。

借助LAND_PF_ALT和LAND_PF_ARSPD，您可以将您的失速速度降到更低的水平。要知道空速在什么时候停止，当您的机翼失去升力并通过比较实际的滚转（CTUN.Roll）和所需的滚动来检查您的数据闪存日志（SD卡上的* .bin）的空速（ARSP.Airspeed）（CTUN.NavPitch）分歧。

现在，您正在以稳定和可预测的空速开始闪光，控制耀斑更容易。如果你已经调整了你

的flare，而不是反向推力的话，你会想要调整它。您会注意到您的广告调整速度要慢得多。你之前必须做的调整和妥协更容易处理。

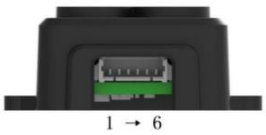
确定您的飞机的实际失速速度

除非你真的知道你在做什么，否则摊位速度很难估计。传统上，要确定这个真正的价值，你需要慢慢地降低你的空速，直到你失速，但是这个麻烦的问题是，现在你有一架失速的飞机从天上掉下来。

借助LAND_PF_ALT和LAND_PF_ARSPD，您可以将您的失速速度降到更低的水平。要知道空速在什么时候停止，当您的机翼失去升力并通过比较实际的滚转（CTUN.Roll）和所需的滚动来检查您的数据闪存日志（SD卡上的* .bin）的空速（ARSP.Airspeed）（CTUN.NavPitch）分歧。

4.9 激光雷达使用

Luna接口定义



编号	功能	说明
1	+5V	电源正极
2	RXD/SDA	接收/数据
3	TXD/SCL	发送/时钟
4	GND	电源地
5	接口配置输入	接地：启动为 I2C 模式 悬空或者接 3.3V：启动为串口模式
6	复用输出	开关量模式功能：开关量输出 I2C 模式且开关量模式关闭：数据准备好指示

CSDN @Zoran.wu

a）TF-Luna 用于 pixhawk 定高应用的 地面站 配置说明

将飞控连至 地面站。注意：雷达安装高度应大于雷达盲区。在下面的[CONFIG/TUNING]栏里面选择左侧的[Full Parameter List]，找到并修改下面几个参数：

SERIAL2_PROTOCOL = 9 [SERIAL2 端口选择为 Rangefinder 类型]

SERIAL2_BAUD = 115 [输入雷达当前波特率，如未更改，输入雷达默认波特率 115200，即115]

RNGFND_TYPE = 20 [与 TFmini 选项相同]

RNGFND_MIN_CM =20 [雷达有效读取最小距离，单位 cm，可以根据实际需求调整，此数值应大于雷达盲区]

RNGFND_MAX_CM = 200 [雷达有效读取最大距离，单位 cm，可以根据实际需求调整，但应小于雷达有效最大量程]

RNGFND_GNDCLEAR = 15 [无人机落地后雷达显示的距离，单位是 cm，取决于模块安装高度，此数值应大于雷达盲区]

RNGFND_ORIENT=25 [雷达向下安装]

PRX_TYPE=0

设置好这几个参数后，点击软件右侧的[Write Params]即可。

如果出现“Bad Lidar Health”错误，请检查是否连接正确、供电是否正常，然后重启飞控。

b）TF-Luna 用于避障应用的地面站 配置说明

目前，仅建议在 Loiter 模式下使用，使用方法如下：

将飞控连至 地面站。注意：雷达前方到无人机边缘应大于雷达盲区。在下面的[CONFIG/TUNING]栏里面选择左侧的[Full Parameter List]，找到并修改下面几个参数：

AVOID_MARGIN=3 [Loiter 模式下无人机离目标的响应距离，单位：m，根据需要设置避障距离]

SERIAL2_PROTOCOL = 9 [SERIAL2 端口选择为 Rangefinder 类型]

SERIAL2_BAUD = 115 [输入雷达当前波特率，如未更改，输入雷达默认波特率 115200，即115]

RNGFND_TYPE = 20 [与 TFmini 选项相同]

RNGFND_MIN_CM = 20 [雷达有效读取最小距离，单位 cm，可以根据实际需求调整，此数值应大于雷达盲区]

RNGFND_MAX_CM = 200 [雷达有效读取最大距离，单位 cm，可以根据实际需求调整，但应小于雷达有效最大量程]

RNGFND_GNDCLEAR = 15 [无人机落地后雷达显示的距离，单位是 cm，取决于模块安装高度，此数值应大于雷达盲区]

RNGFND_ORIENT=0 [根据雷达实际安装方向选择，0 为前向，目前支持 0~7，详见 地面站 说明]

PRX_TYPE=4 [避障模式下 proximity sensor 需要选择 RangeFinder]

设置好这几个参数后，点击软件右侧的[Write Params]即可。如果出现“Bad Lidar Health”错误，请检查是否连接正确、供电是否正常，然后重启飞控。

4.10 UAVCAN 电调

直升机，飞机和汽车固件支持UAVCAN电子速度控制器（ESC），允许与飞行控制器进行双向通信，从而可以更容易地设置ESC和监控飞行中的电机运行状况。

一个电调（将uavcan电调df13 4pin接口连接到CAN端口）； 每个后续的电调应使用4针UAVCAN电缆连接到以前的电缆。 最后的电调应该有一个CAN总线终端插入其中一个4针UAVCAN端口。

FTDI电缆连接仅用于下面讨论的一次性设置。

或者，可以使用UAVCAN GUI工具通过CAN总线配置电调。

使用CLI进行ESC设置

每个ESC必须使用FTDI电缆进行一次性手动设置，以定义其UAVCAN节点ID和电机编号。在未来版本的ardupilot中，这将被使用地面站的设置程序取代。

设置方法：

将FTDI电缆连接到电调的“开发人员端口”，如上图所示。

用电池给电调上电

使用终端程序（如Putty）使用FTDI电缆的COM端口连接到电调，使用串行115200波特率

按Enter键进入终端，出现“ch>”提示

键入cfg list以查看完整的参数列表

在电动机＃1上（即四边形上的右前方），通过键入以下内容将uavcan_node_id设置为“10”并将esc_index设置为“0”

cfg set uavcan_node_id 10

cfg set esc_index 0

cfg保存（保存配置）

重启

测试电机动作：

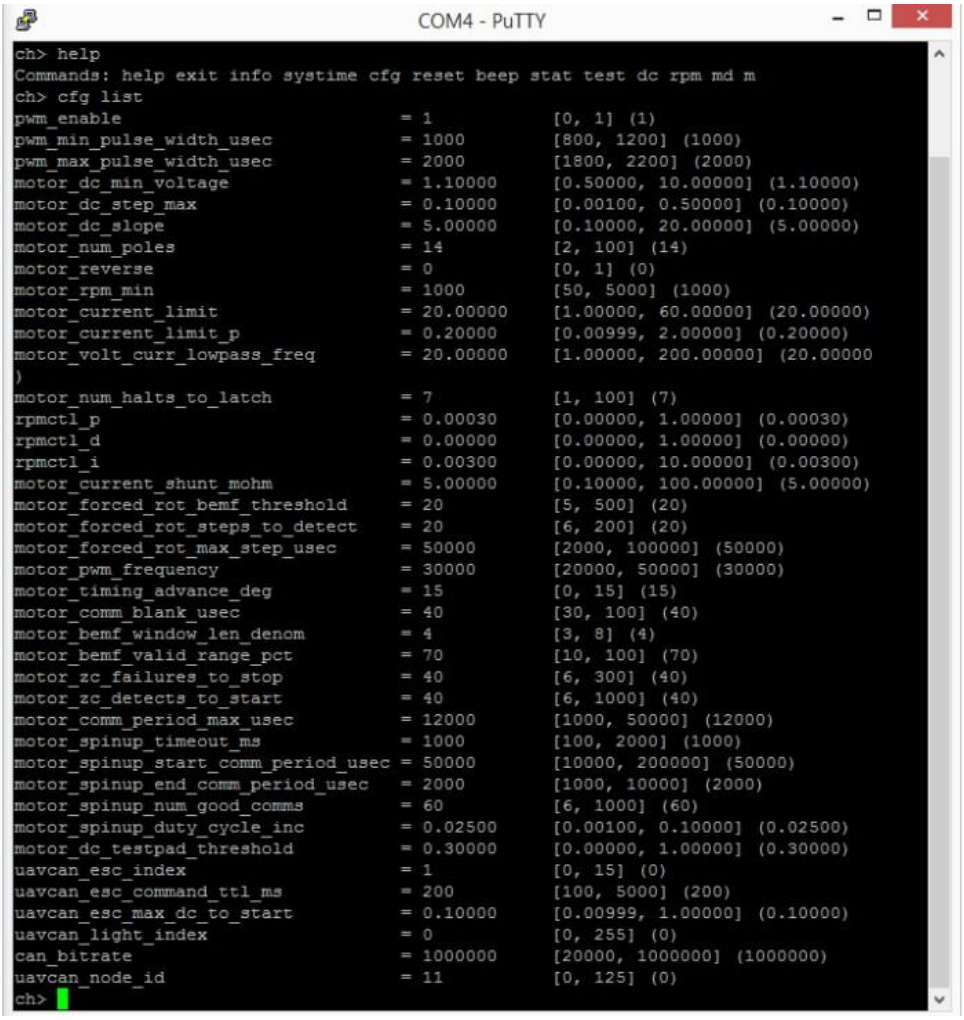
直流臂（启用输出）

dc 0.2（以20％旋转电机）

dc（停止电机）

对每台电机都有一个node-id和索引1比前一个更高的电机重复2号电机（在一个quad的左

后方），＃3，＃4等等（事实上，只要node-id是独特）。

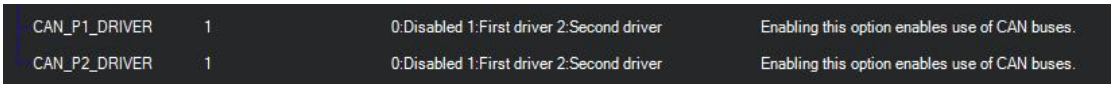


设置

启用CAN接口

每个物理端口都可以通过参数CAN_PX_DRIVER关闭或连接到相应的驱动程序，其中X是端口号。此参数的值是将与此端口（接口）关联的驱动程序的ID。

例如，最常见的设置将有一个驱动程序，所有接口都将连接到它。此配置中的CAN_P1_DRIVER和CAN_P2_DRIVER参数应设置为1（第一个驱动程序）。



更改CAN_PX_DRIVER后，必须重新启动自动驾驶仪。

配置CAN接口

启用接口并重新启动后，可以为每个启用的接口设置另外两个参数。

这些是：

CAN_PX_BITRATE - 在此接口上设置所需的传输速率

CAN_PX_DEBUG - 允许输出调试消息

通常默认使用的比特率为1 Mbit。可以根据用户的偏好和需求设置调试级别。

CAN_P1_BITRATE	1000000	10000 1000000	Bit rate can be set up to from 10000 to 1000000
CAN_P1_DEBUG	2	0:Disabled 1:Major messages 2:All messages	Enabling this option will provide debug messages
CAN_P1_DRIVER	1	0:Disabled 1:First driver 2:Second driver	Enabling this option enables use of CAN buses.
CAN_P2_BITRATE	1000000	10000 1000000	Bit rate can be set up to from 10000 to 1000000
CAN_P2_DEBUG	2	0:Disabled 1:Major messages 2:All messages	Enabling this option will provide debug messages
CAN_P2_DRIVER	1	0:Disabled 1:First driver 2:Second driver	Enabling this option enables use of CAN buses.

配置CAN驱动程序

应该将驱动程序设置为使用某些协议。 目前支持UAVCAN，编号为1.参数CAN_PX_PROTOCOL，其中X是驱动程序的编号，应填充此驱动程序的协议编号。

CAN_D1_PROTOCOL	1	0:Disabled 1:UAVCAN	Enabling this option starts selected protocol that will use this virtual driver
CAN_D2_PROTOCOL	0	0:Disabled 1:UAVCAN	Enabling this option starts selected protocol that will use this virtual driver

CAN类别设置中目前有三个参数：

CAN_DX_UC_NODE - 自动驾驶仪的节点ID

CAN_D1_UC_ESC_BM - 允许发送ESC命令的位掩码

CAN_D1_UC_SRV_BM - 允许发送伺服命令的位掩码

CAN_D1_PROTOCOL	1	0:Disabled 1:UAVCAN	Enabling this option starts selected protocol that will use this virtual driver
CAN_D1_UC_ESC_BM	255		Bitmask with one set for channel to be transmitted as a ESC command over UAVCAN
CAN_D1_UC_NODE	10	1 250	UAVCAN node should be set implicitly
CAN_D1_UC_SRV_BM	255		Bitmask with one set for channel to be transmitted as a servo command over UAVCAN

在位图掩码中，二进制数中的每个位置表示将为其生成命令的ESC或伺服ID。 在直升机的情况下，通常应填充ESC位掩码，如果是固定翼 - 主要用于伺服，尽管任何混合都是可能的。 为减少带宽，应将CAN_D1_UC_ESC_BM和CAN_D1_UC_SRV_BM参数设置为仅启用需要发送CAN信号的电机和伺服通道。 示例：对于通道1,2,4上的CAN伺服配置和通道3上的ESC电机，设置： 示例：CAN_D1_UC_SRV_BM = 0x0B 示例：CAN_D1_UC_ESC_BM = 0x04 GNSS接收器配置设置 如果有一个GNSS连接到UAVCAN网络，则必须在GPS子组参数中启用它。 对于自动驾驶仪中的相应GNSS接收器，TYPE参数应设置为9。

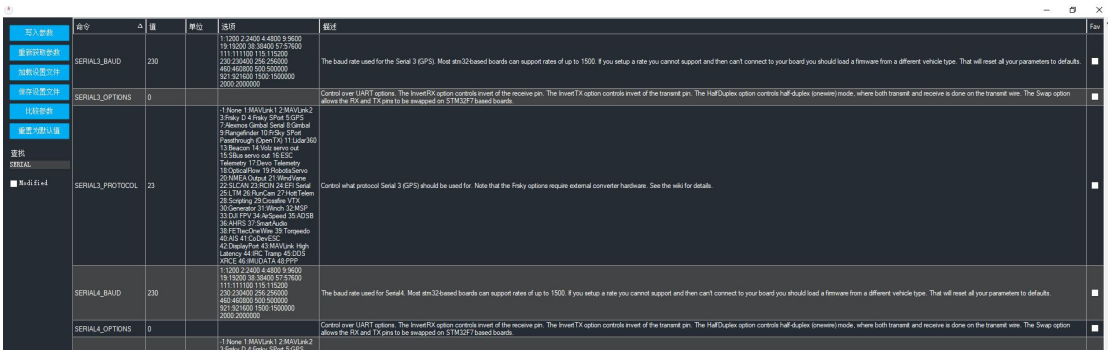
4.11 连接 ELRS 和 CRSF 接收机

ELRS 和 CRSF 协议是近两年比较热门的接收机协议，相较于传统的 SBUS/DSM 等协议带有遥测（数传）回传功能。

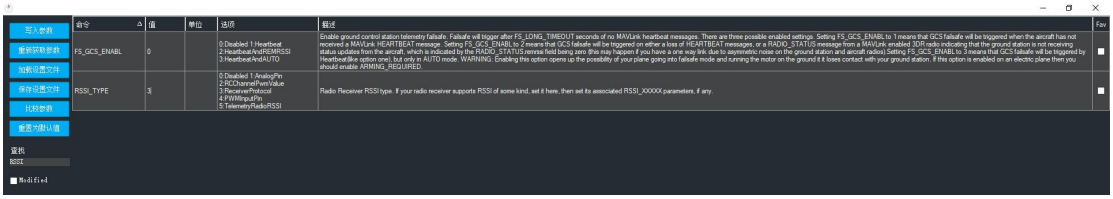
飞行控制器的 RCIN 接口仅具有接收机信号接收功能，不具有数据传输，且不支持

Crossfire 协议，所以这些新颖的接收机并不连接飞控 RCIN 接口，而是连接至飞行控制器的 URAT 串口(TTL)。

SERIALX_PROTOCOL= 23（连接哪个串口就设置哪个串口协议为23-RCIN）

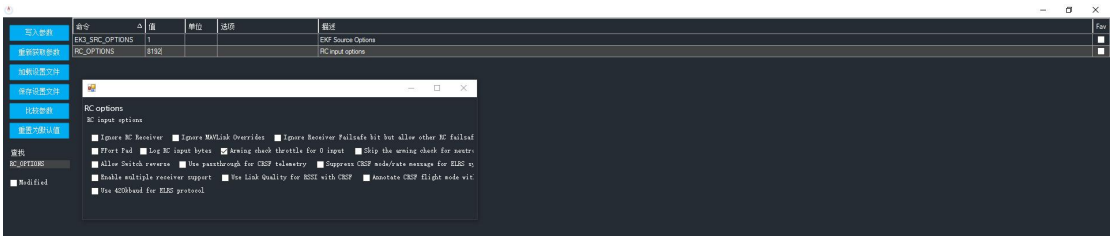


RSSI_TYPE= 3



对于 ERLS 接收机还需要设置：

RC_OPTIONS=8192



写入参数并重。

如果自动驾驶仪通过 MAVLink（例如地面站指令）重新启动，CRSF 接收机的通信将断开，可将接收机重新上电。

对于 TBS Unify Evo 等 VTX，可使用内置的 OSD 模块在视频中叠加 OSD 数据。

如果您需要使用 CRSF 飞行器遥控，那么不需要其它操作。

如果您只希望进行 VTX 控制，而不需要遥控飞行器（ RC 输入）则将 VTX 连接到 UART -TX 到 RX 和 RX 到 TX，并按如下方式配置 UART 连接：

SERIALX_PROTOCOL= 29

4.12 飞控网口设置说明

.注意，飞控网口只在4.5.0之后的版本支持。

第一步，设置PC为固定IP

IP地址：192.168.1.10

子网掩码：255.255.255.0

网关：192.168.1.1（需要与IP地址在同一网段）

首选DNS：192.168.1.1（与网关相同即可）

其余不填即可

第二步，设置飞控参数

NET_ENABLED：1（使能网口功能），写入参数后，刷新参数，下面的参数才会显现

NET_DHCP：0，关闭DHCP

NET_GWADDR0：192（与第一步中的网关的第一字段相同）

NET_GWADDR1：168（与第一步中的网关的第二字段相同）

NET_GWADDR2：1（与第一步中的网关的第三字段相同）

NET_GWADDR3：1（与第一步中的网关的第四字段相同）

NET_IPADDR0：192（与第一步中的IP地址的第一字段相同）

NET_IPADDR1：168（与第一步中的IP地址的第二字段相同）

NET_IPADDR2：1（与第一步中的IP地址的第三字段相同）

NET_IPADDR3：11（与第一步中的IP地址的第一字段不同，注意此值的范围为2~254）

NET_MACADDR0：保持默认

NET_MACADDR1：保持默认

NET_MACADDR2：保持默认

NET_MACADDR3：保持默认

NET_MACADDR4：保持默认

NET_MACADDR5：保持默认

NET_NETMASK：24（必须为此值，此处的24是第一步中的255.255.255.0的另一种写法，24是指前24bit为1）

NET_P1_TYPE：4，写入参数后，刷新参数，下面的参数才会显现

NET_P1_PORT：5760

NET_P1_PROTOCOL：2（Mavlink2），也就是说这个网口走Mavlink2协议，从而可以与地面站通信（如果地面站只支持Mavlink 1代协议，则此处设置为1）

其余NET_开头的参数不修改

设置完成，飞控重新上电

第三步，连接地面站

连接时选择TCP

“host name/ip”输入192.168.1.11（与第二步中的NET_IPADDR0~NET_IPADDR3对应）

“remote port”输入5760（与第二步中的NET_P1_PORT对应）

5 飞控疑难杂症解决方法汇总

5.1 无法解锁（黄灯闪烁）

无法解锁的原因会有多种，请按照如下步骤进行检查：

1、初始设置是否全部完成

a、机架类型选择是否正确，或者你根本就没有选择？

注意，新版本的飞控固件在默认参数情况下，需要先在地面站中设置好机架类型后才会有各个控制通道的输出。

b、加速度计校准（如果没有校准或者上次校准不成功，解锁时姿态窗口会提示）；

c、指南针校准（如果没有校准或者上次校准不成功，解锁时姿态窗口会提示）；

d、遥控器校准（并且各个通道的正反向正确）；

e、飞行模式设置（注意，在PosHold、Loiter模式下，如果GPS没有定位或者定位不佳，是无法解锁的）

f、电调校准（你确定你校准成功了吗？）

2、是否连接了“安全开关”，并解锁。

pixhawk飞控硬件引入了“安全开关”这个外设，飞控默认是使能安全开关的，这就需要你在使用遥控器解锁前先长按安全开关，进行初步解锁，然后再通过遥控器解锁。如果你不想用安全开关，在全部参数列表中将“BRD_SAFETYENABLE”设为“0”即可。

（注意，有些参数是立即生效，有的参数是重启生效，建议为稳妥起见，进行一次重新

上电操作）

3、会不会是飞控已经解锁了，但是电调并没有工作。

a、会不会是你只给飞控供电了，而没有给电调供电？

b、会不会电调信号线断了？或者信号线插反了？

c、会不会是电调没有校准？

4、会不会打开了地理围栏功能，并且飞机处于地理围栏之外？

5.2 电台连接缓慢，或者有很大概率连接失败

APM最新版固件很少出现这个问题了，之前的固件与某些电台联合使用的时候会出现这个问题。

原因：全部参数列表中“BRD_SER1_RTSCTS”和“BRD_SER2_RTSCTS”默认是“2”，即“auto 自动”。这个两个参数控制着飞控连接电台的串口是否开启流控制（串口协议里的概念）。0表示不用，1表示用，2表示自动检测。自动检测的原理是飞控初始化的时候先默认是使用，然后收发一些数试试，如果不行，就认为不用，以前的固件这里好像有点bug，导致有时就连不上地面站了。将这两个参数设为0即可。

5.3 悬停掉高（或者叫定高不好，上下浮动）

定高不好，可能是由以下两个原因造成的：

1、机架震动大，飞控减震没有做到位，导致飞控Z轴加速度出现较大奇异值，从而导致飞控在某些时刻对自身速度、加速度的估计出现错误，明明飞机没有向上走，但是飞控认为飞机在快速向上走，于是控制飞机猛收油门，从而飞机猛地向下掉一下。这类问题导致的定高问题更像是飞机在向上或者向下抽动。

2、气压计受自身螺旋桨气流影响导致高度估计问题。大家一般会在气压计上加一块海绵，但其实对于大飞机这个是不够的，最好再增加2层遮挡物：一、飞控加外壳，外壳透气孔尽量小一点，如果飞控外壳四面透风就意义不大了；二、将飞控装在机身内部，并且尽量使得机身封闭（一般很难做到完全封闭，从而不影响气压计检测外界气压值），这个可能比第一条还关键。

3、如果是缓慢的高度变化，并且变化范围在0.5m以内，那么，可以认为是正常的，因为飞控对自身高度的估计主要来源于气压高度计，而气压随着气温会缓慢变化，再加上飞控

旋翼气流影响以及各种测量噪声，飞控对自己的高度的估计会缓慢变化，从而导致高度控制出现漂移。如果想提高定高效果，只能考虑添加“相对高度计”，如超声波、毫米波雷达、激光测距仪等。

5.4 定点定不住

定点定不住，可能是由如下原因造成的：

1、确认自己已经成功切到PosHold或者Loiter模式！（你以为你切了，实际上没切，或者由于GPS、磁罗盘等问题飞控拒绝切到定点模式）一定要通过地面站看模式，反复确认；

2、GPS信号差，如果有严重遮挡，GPS定位会出现较大幅度的漂移，进而导致定点定不住；

3、遥控器有偏移值。要么没有校准遥控器，要么不小心拨动了遥控器微调，要么温度变化导致遥控器自己行程飘了，导致摇杆处于中位时飞控收到的是向一边打杆的控制指令。

4、磁航向不正。磁罗盘没有校准，或者磁罗盘歪了，或者磁罗盘受到干扰，导致飞控对机头方向的估计与实际航向不一致，进而导致位置控制时出现刷锅飞行的情况（飞机机头指向不变，飞行轨迹呈现刷锅的感觉）。

5.5 起飞瞬间飞机转头

新装的飞机第一次试飞时起飞瞬间机头向一个方向旋转，赶紧收油门。这时候，应该按照如下步骤进行检查：

1、检查桨是不是装错了，各个机臂上“正反桨”严格按照官网指示图进行检查；如果没有问题，看下一步。

2、把桨卸掉，解锁，检查各个电机转向，注意，是严格按照官方电机转向进行检查，并且注意电机的1、2、3、4可不是按照顺时针排布的；如果没有问题，看下一步。

3、连上地面站，看看飞机的俯仰、横滚、偏航有没有反的。

4、如果至此都没有问题，那么，我可以告诉你，有一部分飞机在调参不好、机架刚性不好、动力不好的情况下，会出现起飞瞬间机头偏转的问题，离地后机头就不再偏转了，并且这还跟起飞瞬间推油门是否果断相关。这时，如果你是个老手，胆子还很大，试飞场地很宽广并没有围观人群，那么大胆起飞吧，飞高1米看看，但是时刻准备收油门。但是如果你是个新手，或者胆子跟我一样小，或者飞行场地不理想，那么就老老实实绑飞吧，把四条腿

绑在地上，留出5cm左右的自由空间，解锁飞行，看看飞机俯仰、横滚、偏航的反应，没问题后再正常飞。

5.6 地面站失控保护（GCS Failsafe）

地面站失控保护，顾名思义，当地面站跟飞机失去连接后触发失控保护。但是如果你以为在地面站中的设置里直接点上地面站失控保护就行了的话，那你就想简单了，你会发现自动模式下，即使把地面电台拔掉了，飞机也不会返航。这是为什么呢？这是因为这个失控保护的是为“使用游戏手柄控制飞机飞行时”设置的。

是的，当你使用一个微软的游戏手柄连接地面站电脑后，通过简单设置，地面站软件可以把游戏手柄的控制量通过地面电台转发给飞机，这个控制量会覆盖遥控器的控制信号，从而导致飞机只接受游戏手柄和地面站软件的控制。这时，如果地面站与飞机失联了，飞机就处于完全无控状态了（即使遥控器有信号也白搭），因此这时飞控程序中加了地面站失控保护功能。其触发条件如下：

1、开启了游戏手柄控制飞机功能，并且在使用中；

2、处于自动模式中；

3、地面站已经有5秒钟没有跟飞机通信了；

4、飞控参数中FS_GCS_ENABLE设置为1。

由此可知，如果你想实现超视距飞行中电台断了飞机自动返航，只能改飞控代码。不过，好在这个地方没有那么复杂，比较好改，自己改改就行。

5.7 推油门飞机起不来

有时你会遇到即使把油门推倒顶，飞机都没法离地的情况，根据我多年踩坑经验，有如下几种可能：

1、电池没电了，并且是彻底没电了，并且是你以为还有电，甚是是满电，但是就是没电了！不要相信自己的记性，不要以为昨晚刚充满的几块电池，怎么可能没电，问题是偏偏几块充满的电池放在那里，你随手拿了一块没有充电的或者干脆已经坏掉的电池！你唯一可以相信的只有BB响（又称电显）！

2、四个桨的转向反了，推油门风是向上吹的，飞机稳稳地趴在地上。

3、电调没有进行行程校准！导致遥控器给的是满油门，飞控给的也是满油门，可偏偏

电调认为你给的是20%油门。注意，新装的飞机，一定要进行电调行程校准，并且注意，是先校准遥控器，后校准电调。（现在不少FOC电调是固定油门的，那么就需要修改遥控器和飞控的行程去适应电调了）

5.8 起飞瞬间侧翻

新飞机装好后，各种校准完成后，第一次飞行，飞机侧翻（向前翻、向后翻、向左翻、向后翻）。请按照如下步骤检测飞机：

1、检查各个电调与飞控连接的线序是否正确，以四轴为例，右前为1号电机，左后为2号电机，左前为3号电机，右后为4号电机，注意可不是顺时针的1、2、3、4；

2、有条件的话，先将飞机绑在地上（简称“绑飞”），然后进行下面所述测试；

3、解锁飞机，不要推油门，在怠速下检查所有电机的转向是否有反的；

4、如果电机转向无误，检查螺旋桨是否有装反的（顺时针转的电机上装了逆时针转动的桨，甚至是一个螺旋桨的上下都反了）；

5、重新校准一下电调的行程试试，如果电调的行程不同，可能导致某些电机先启动；

6、如果还不行，看看飞控是不是装反了，上下颠倒、或者航向转了特定角度，或者参数中设置了飞控的旋转。

5.9 舵面输出反向

对于固定翼飞机或者无人船，可能会遇到如下问题：遥控器各个通道设置正确，从地面站上看飞控接收的各个通道的方向也正确，但是某些舵面输出是反向的。这种问题往往是由于舵机实际运动方向与受控方向相反导致的。解决方法如下：

比如反向的舵机连接的是飞控的CH1，那么在全部参数列表中，搜索RC1_REVERSED，将这个值设置为1，即可。

注意，这种问题不能通过在遥控器上设置反向来解决。以方向舵为例，我们需要的运作模式是：遥控器方向摇杆向左打，飞机航向就向左转，其中的控制指令流程是：遥控器摇杆向左打—>飞控收到航向需要向左转的指令—>飞控通过一系列PID运算得出舵机控制PWM值—>舵机收到该PWM值—>舵机转到对应的角度—>舵面在舵机连杆的拉动下转动，由于不同飞机舵机和舵面的安装方式不同，会导致实际舵面运动方向与我们需要的方向相反，因此需要在飞控输出PMW信号时进行反向。如果在遥控器里设置了反向，在手动控制模式下

可能输出是对的，但是在定点模式或者自动模式下，飞控收到的控制指令将是反的，从而在进行PID控制时是反的，最终就乱掉了。

5.10 飞控不启动

有时候，同一个飞控，之前用的好好的，突然有一天上电后飞控没法完全启动，上电后几个小的LED也是亮的，但是RGB LED不闪烁，用USB连接电脑，设备管理器中也能看到飞控的串口，但是用地面站连不上飞控。遇到这种问题，在确定飞控硬件彻底坏了的之前，尝试一下如下步骤，可能就解决了：

1、移除所有外设连接线（GPS、遥控器接收机、数传电台、电调信号线、外置电源模块线等），使用USB连接飞控，看看飞控是否启动正常，是否能连上地面站，如果能，说明可能是哪个外设有问题，如果不能，下一步；

2、刷最新的固件试试，如果不行，下一步；

3、将SD卡重新格式化一下（windows默认格式），重新插入飞控，上电试一下，这一步大多数情况下就能解决问题，如果还不行，下一步；

4、更换一个SD，重新上电试试，如果还不行，我也没办法了，远程只能帮你到这个地方，不行的话把飞控寄给我看看吧，或者返厂吧。

5.11 飞控自动锁定时间太长或者太短

飞机落地后，过一段时间会自动锁定，如果你感觉等待时间太长，或者太短，请调节DISARM_DELAY参数，单位是秒，这个参数决定了等待多长时间后自动锁定。

5.12 遥控器无法校准

在遥控器校准页面，发现各个通道的值都为0，动遥控器的各个摇杆都没反应。遇到这种情况，请按照如下步骤检查：

1、检查遥控器接收机上的灯是不是亮的，如果没有亮，应该是接收机没有供上电；

2、检查遥控器接收机是不是亮的绿灯，对于大部分接收机，上电后如果没有接收到遥控器信号，会亮红灯，否则才会亮绿灯。如果是红灯，尝试跟遥控器重新对频；

3、确保你的接收机是跟你手里的遥控器对的频，我遇到过我的接收机跟屋子里另外一

个遥控器对上频的情况，而那个遥控器也开着机。

4、如果使用的是接收机的SBUS接口，确保插对口了。如果用的是Futaba的7008SB，注意要插的是底下横着的sbus2接口；

5、确保飞控端插的是RC IN接口。对于原版Pixhawk，上面的sbus字样的接口是飞控sbus信号输出的，不是插那个；

6、检查接收机线的两端有没有插反，会不会“地”和“信号”反了；

7、还不行，换根接收机连接线试试；

8、还不行，重刷最新固件试试；

9、还不行，可能就是飞控坏了。

5.13 机头方向和飞控前向不一致

有时候，受限于机体结构，我们安装飞控时无法做到飞控方向与飞机方向一致，比如飞控前向朝后安装，甚至是飞控底部朝上安装，这个都是没有问题的，只需要修改AHRS_ORIENTATION这个参数就行了，该参数默认为0，表示不旋转，我们可以根据全部参数列表中的注释按需要进行修改。

这个参数起作用的原理是在原始传感器数据到来后进行一次旋转，然后再参与姿态解算，这个旋转的工作量很小，因此不用担心这种操作会增加飞控负担导致飞机出问题。

5.14 日志不正常

有时候，飞控会不记录日志，在地面站的姿态窗口显示“Bad logging”，这种情况下，请按照如下步骤进行尝试：

1、重新插拔SD卡（SD接触不良，重新插拔试试）；

2、将SD卡使用读卡器用电脑重新格式化一下，格式为FAT32，其余参数默认；

3、如果还不行，换一张SD卡试试；

4、如果还不行，重刷最新版固件试试；

5、如果还不行，恐怕只能怀疑飞控硬件问题了，SD卡座虚焊？主控CPU虚焊？不过，概率很小。

5.15 无法刷固件

使用地面站飞控刷固件的流程是这样的：

1、在飞控与地面站没有连接的情况下（注意，刷固件时，通过USB将飞控与电脑相连，但是不要点击地面站的连接按钮），切换到地面站r的“交互操作”页面，然后点击“安装固件”按钮，这时，会弹出一个小窗口，选择要烧写的固件；

2、确定固件之后，开始查找与电脑连接的飞控，找到后，发送重新启动命令，飞控自动重启，飞控重启后首先进入BootLoader，然后BootLoader在地面站的控制下先擦除飞控，然后开始烧写新的固件，最后提示“请在音乐播放完后拔掉飞控”，这指的是原版飞控连接有蜂鸣器的情况下，会有提示音，提示音结束后表示固件升级才是真正完成，如果你的飞控没有蜂鸣器，弹出这个窗口后等待30秒就可以拔掉USB了；如果弹出个小窗口，提示“请拔掉飞控，然后点击OK”，那么说明地面站没有找到飞控，这时需要先拔掉USB，然后点击小窗口上的OK，之后立即插入USB，这样大概率情况下地面站就能识别到飞控并开始刷固件。

综上所述，如果遇到无法刷固件的情况，请按照如下步骤检查：

1、很多时候，刷固件失败的原因是地面站无法让飞控自动重启，从而无法进入BootLoader中，进而超时后报错，而正常情况下，飞控上电后第一步就是进入BootLoader，然后再跳转到正常飞控代码，利用这一点，我们可以按照如下步骤刷固件：先不要插飞控的USB，直接在地面站中选择要烧写的固件，由于扫描不到飞控，会弹出“请拔下控制板，点击OK后再插入”的窗口，直接点击“OK”，这时地面站开始不断扫描新插入的USB设备，然后此时再插入飞控的USB，一般情况下就会出现擦除、烧写步骤，百试不爽；

2、平常刷固件的时候，地面站会“偶尔”甚至“经常”出现无响应的情况，感觉整个界面挂了，这时尽量不要动它，80%的情况是图形界面挂了，但是刷固件的进程还是在正常运行着的，耐心等待1分钟后就会弹出刷写成功的提示窗口，并且整个界面恢复正常；

3、USB线是否损坏，可以换一条USB线试试；

4、电脑是否连接的有蓝牙串口，我们用蓝牙电台连接电脑后，即使已经断开，电脑中依然有2个虚拟串口，这两个串口的存在会导致地面站刷固件时无法正常识别到飞控，从而导致刷固件失败，请在windows的蓝牙设置里，将蓝牙电台删除掉（从而设备管理器中2个虚拟串口会消失），然后再刷固件。

5、飞控BootLoader是否损坏，如果已经损坏，需要重刷BootLoader。不过这个概率很小，我还没有遇到过，这种情况只是有存在的可能而已。

5.16 地面站打不开

有时候，如果你遇到打开地面站时闪退或报错，那么大概率你的系统是Ghost版的Win7，这个系统为了精简空间，删除了一些普通用户用不到的系统文件，而这些文件恰好是地面站软件需要用到的（好坑），因此，推荐使用原版的Win10或者Win11，32位版本和64位版本都行。网上可以找到补上这些缺失文件的方法，但是还是建议安装原版纯净系统，天知道Ghost系统还删了别的什么东西，又加了什么不可告人的东西。

5.17 提示“Bad AHRS”

如果地面站提示Bad AHRS，说明姿态解算有问题，大部分情况下，重新校准加速度后就可以解决这个问题。

5.18 插上数传电台后鼠标乱跑

有时候，我们会遇到插上数传电台后电脑鼠标开始不受控制地乱跑的情况，这种情况出现的原理如下：

1、飞机先上电，飞控和天空端数传电台开始工作，默认情况下飞控开始通过数传电台下发心跳帧，1秒钟一次；

2、然后，插入地面电台，地面电台上电后立即收到了天空端发过来的数据，并开始转发给电脑；

3、在地面电台刚插入时，电脑开始识别地面电台并加载驱动，这时地面电台又在不断发送数据给电脑，从而电脑把地面电台识别成了一个“串口轨迹球”或者“串口鼠标”，进而开始利用地面电台发送过来的数据控制鼠标移动。

基于上述原理，解决方法很简单：先插地面电台，然后再飞机上电。

5.19 固定翼舵机抖动

如果你在调试固定翼的时候，出现舵机奇怪抖动现象，那么请按照如下步骤一步步检测：

数传电台、图传电台的天线是否与舵机信号线挨得太近，我经过大量测试发现，电台天

线距离舵机信号太近，特别是二者平行放置时，电台发射出的信号会大量耦合到舵机信号线中，这时通过示波器看舵机信号线上的PWM波，会发现它完全被干扰成了非常杂乱的波形，从而舵机的控制电路会接收到错误的控制信息，进而发生舵机抖动的情况。因此，请尽量将图传天线、数传天线和舵机线的距离保持在5cm以上，并且最好二者处于垂直关系（对于鞭状天线，此时耦合能量最少）。注意，对于电调信号线，这个干扰同样存在，只不过一般不会被大家注意到，大家布线时同样要注意这一点；

连接地面站，在地面站中遥控器校准页面查看遥控器各个通道的输入值是否在跳动，如果在跳动，请检查遥控器接收机连线是否松动、遥控器本身是否损坏；如果飞控收到的遥控器的输入值没有跳动，说明问题出在“飞控”->“舵机信号线”->“舵机”这一段：a、检查飞控各个输出通道的最大值和最小值是否设置正确，有的模友出现过舵机控制通道最大值设置为1515，最小值设置为1514的情况，此时对飞控来讲输出通道的行程只有1，从而导致程序混乱，飞控输出信号本身就在不断跳动，将这个通道设置为正常的1100~1900范围后舵机不再跳动；b、舵机信号线是否虚接？c、舵机本身坏了？换个舵机试试；

会不会是供电不足导致的？对于较大翼展的飞机，使用了多个较大功率的舵机，同时使用了较小的电源模块，导致峰值功率不足，电源模块反复保护重启？先只保留一个舵机试试？ 更换更大的电源模块试试。

5.20 PixHawk、PX4 固件、APM 固件三者的关系

PixHawk指的是飞控硬件，相比之前大多数开源飞控使用的AVR单片机，Pixhawk飞控在硬件性能上有了很大的提升，它采用的STM32F427VIT6作为主控，32位，主频168MHz，可以说是相当的牛逼。

PX4固件和APM固件指的是软件，它们都是运行在PixHawk硬件之上的，是两种不同飞控程序。对于刷哪个固件，请看下面的对比：

1、PX4固件的源代码结构明了，对于学习飞控程序的人来说，可能入手更快一点；相比之下，APM代码略微有点复杂；但是，请注意，这里的复杂是相对而言的，根据个人的经验来看，APM的代码比所有自己写的代码（自己写的、项目用的、实验室遗留的）相比，编写规范、命名规则、实现方法都要好非常多。对于只是使用飞控，而不研究代码的人来讲，PX4固件在这一点上没有优势。

2、APM固件历史悠久，功能更加完善，漏洞更少，飞行更稳定（这里的稳定指的是不

会因为程序漏洞导致莫名其妙地摔机）；相比之下，PX4固件有点薄弱，有很多坑需要填。对于一个无人机来讲，能稳定可靠地飞行是第一位的，如果不能稳定可靠地飞行，其余优势都是扯淡。

因此，对于只用飞控不改程序的人，推荐刷APM固件；而对于需要改程序的人，也推荐APM固件，但是如果是公司用户，请考虑一下APM固件和PX4固件开源协议的区别，酌情考虑（关于这一点，请注意：不要敝帚自珍，一个无人机公司的竞争优势是全方位的，既然用了开源飞控，即使你加上了自己特有的功能，在飞控代码上也不会比别人强太多。那些不会改飞控代码的竞争对手给他程序他也用不了，那些会改代码的公司也不屑于抄你）。

有不少人还在用APM2.x这款硬件（以AVR单片机作为主控），这种硬件已经被淘汰，最新版固件已经不再支持这款硬件。APM2.0硬件最高支持的固件版本如下：多旋翼：3.2.1，固定翼：3.3.0，无人车：2.5.1。

6 数传配置方法

6.1 数传配置主要命令

一般情况下，主节点的灯常量，从节点连接到主节点后灯（绿）才量（mesh 组网下除外）；从节点及中继（除了 mesh 下）发出的数据默认下只可以传到主节点（master）；主节点发出的数据所有从节点包括中继都可以接收到。

常用的设置命令如下：

AT&V：查询设备目前的配置信息。

AT&W：保存设置。

AT&Fx：设置数传模式（主、从、中继、mesh 等）

ATSxxx=xx：配置相应的寄存器（所有寄存器说明在英文文档后半部分都有说明）。

TAS102=x：配置波特率

ATS104=XX：配置密码

ATS105=XX：配置设备号（每个电台设置不能相同，主机默认为 1）

ATS108=30：发射功率，默认最大 30（1W）

增加中继可以增加通讯距离。

ATS141=1：设备中有中继时，主节点的 S141 需要设为 1

ATS118=XX：一个中继模块下的从节点的 s118 需要等于中继的设备号（S105）

ATS106、ATS206:两个（或多个）中继相连时需要配置

ATS181：一个主节点同时使用多个中继，之间可能有干扰（下面的从节点无反应或灯灭），需要设置不同数值。

P900 AT 快捷命令一览表		
序号	命令名	描述
1	&Fn	查看出厂恢复设置
2	&F1	Mesh 主协调器
3	&F2	Mesh 远程节点
4	&F3	Mesh 二次协调器
5	&F7	点对多点主机
6	&F8	点对多点从机　ATS105=2/3/4...依次增加
7	&F9	点对多点中继
8	&F10	点对点主　(P900)
9	&F11	点对点从机　(P900)
10	&F12	点对点中继

https://blog.csdn.net/zhuhenzhi

6.2 进入配置模式

配置模式下的两个数传无法进行数据通信。配置用的串口与通讯用的是同一个接口（type c 与另外一个接口是一样的）

方法 1：（通过按键）

安装并打开工具（X-CTU）（其实串口助手也可以），选择串口，串口波特率 9600。点击 Teminal 进入调试。

先按下“按键 2”，同时按下“按键 1”，先松开“按键 2”再松开“按键 1”。软件显示 OK 就

表示进入调试可配置模式了。

退出配置模式：拔掉，重新上电就可以使用了。

方法 2：（通过串口）

需要串口波特率与数传电台使用的一样；

串口发送：+++

退出配置模式：串口发送：ata（不需要重新上电）

6.3 点对点

主配置：

+++

AT&F10 （模式设置为主）

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

AT&W （保存）

从端配置：

+++

AT&F11 （模式设置为从）

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

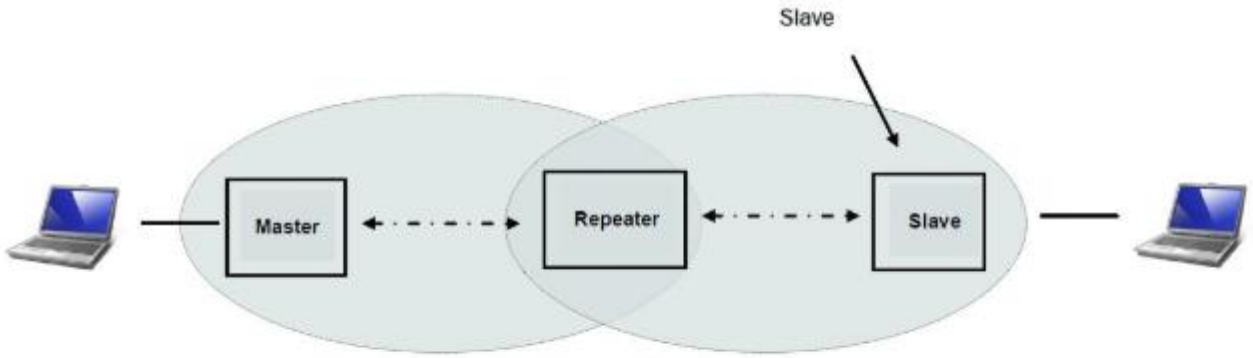
ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

AT&W

6.4 点对点加中继

添加中继节点（1 数传电台配置的）增加主从之间的通讯距离。



https://blog.csdn.net/lloadingl

主：

AT&F10 （主）

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

ATS105=1 （设备号，每个电台设置不能相同，主机默认为 1）

ATS141=1

AT&W

从：

AT&F11（从）

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

ATS118=3（目的设备，为中继的 S105）

ATS105=2

AT&W

中继：

AT&F12（中继）

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

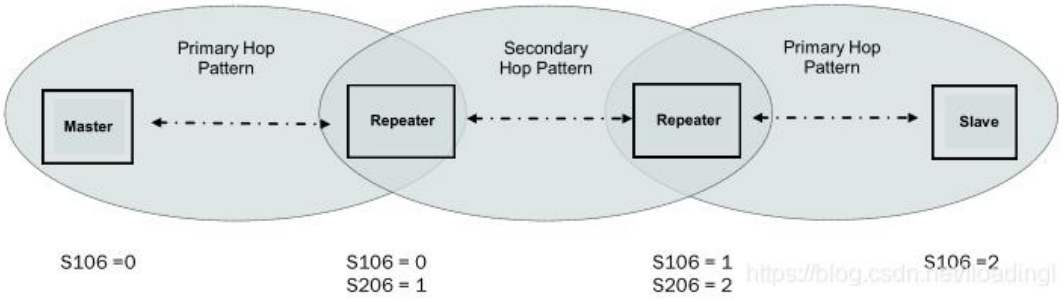
ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

ATS118=1（中继的目标设备，为主节点的 S105）

ATS105=3

AT&W

6.5 点对点多级中继



主：

AT&F10

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

ATS105=1

ATS141=1

AT&W

从：

AT&F11

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

ATS118=4（目标地址，这个从节点需要连接中继 2 的 S105 “”）

ATS105=2

AT&W

中继 1：

AT&F12（中继）

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

ATS118=1（中继的目标设备，为主节点的 S105）

ATS105=3

AT&W

中继 2：

AT&F12（中继）

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

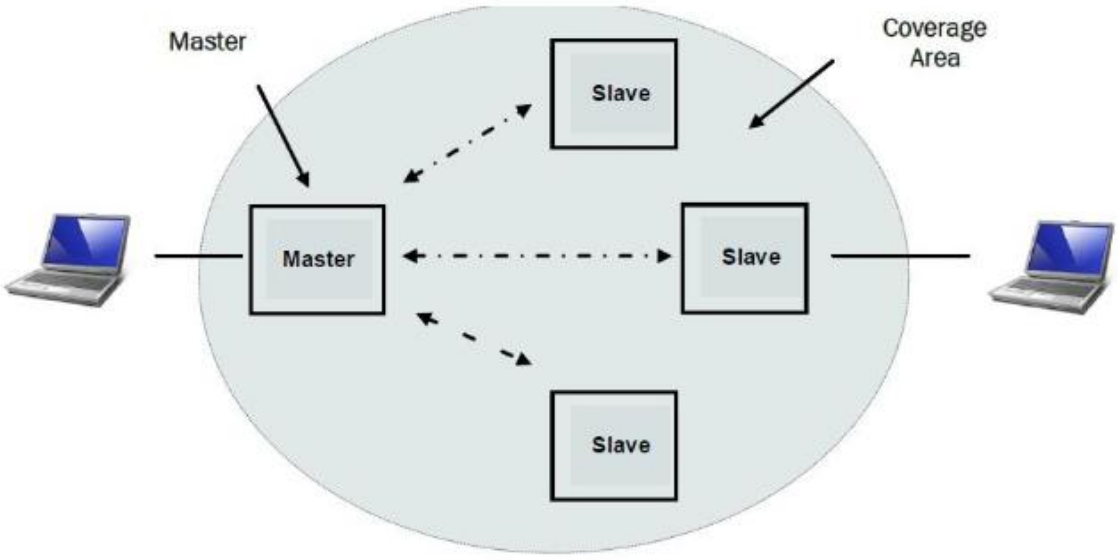
ATS118=1（中继的目标设备，为主节点的 S105）

ATS105=4

AT&W

中继 n：

6.6 点对多



Drawing 5-2: Point to Multipoint Master

主：

AT&F7

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

AT&W

从 1：

AT&F8

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

ATS105 默认为 2

AT&W

从 2：

AT&F8

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

ATS105=3 （修改自己的 ID）

AT&W

从 3：

AT&F8

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

ATS105=4 （修改自己的 ID）

AT&W

6.7 点对多及中继

（中继用于增加通讯距离）

主节点配置：

AT&F7

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

ATS118=1

其他可以默认

从节点配置：

AT&F8

ATS105 不能重复

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

ATS118 为对应的中继 S105（如果不经过中继就不需要设置 S118）

中继节点配置：

AT&F9

ATS105 不能重复

ATS102=1（1 为波特率 115200，2 为 57600）

ATS103=0（空中速率）

ATS104=456123（密码，防止不同电台的干扰）

ATS106、ATS206（中继只有一个，默认就行 s106=0，s206=1）

7 板载数传及 RTK 配置

飞控软件自带串口数据转发功能，可以将任意两个内置串口（含 USB 虚拟出的串口）

在软件层面直连起来，此时主控单片机等效于 2 条导线，将两个串口的 TX 和 RX 进行了交叉连接。

7.1 内置电台配置步骤：

1. SERIAL1_BAUD：9 （电台出厂状态下波特率为 9600）。**注意，对于已经配置过的电台，电台的波特率已经被改为 57600，则此处的值不要修改，保持为 57；**
2. SERIAL_PASS1: 0，直通串口的 1 号串口选择 USB 虚拟串口（也即 SERIAL0）；
3. SERIAL_PASS2: 1，直通串口的 2 号串口选择 SERIAL1（也即内置电台对应的串口）；
4. SERIAL_PASSTIMO: 120 (120 秒后自动变回-1)，此值为 AP_INT8 类型，因此最大为 127
5. 写入参数后不要断电，在地面站中点“断开连接”，之后立即用终端软件（不能用串口调试助手）使用飞控的 COM 口（Mavlink 那个）进行配置
6. 按照下面的“飞机端电台配置”进行配置（配置命令中包含了将电台波特率改为 57600 的命令）
7. 重新上电，SERIAL_PASS2 值应该会自动变回-1，无需重新设置
8. 将 SERIAL1_BAUD 改回 57（对应 57600 波特率）

飞机端电台配置：

```
+++
AT&F10
AT&V
//ATS104=2023041000   // 此值可以修改，但需与地面端相同
ATS104=20230809   // 此值可以修改，但需与地面端相同

ATS102=2
ATS108=30
AT&W
ATA
```

地面端电台配置：

```
+++
AT&F11
ATS104=20230809   // 此值可以修改，但需与天空端相同
ATS102=2
ATS108=30
AT&W
ATA
```

7.2 内置 RTK 配置步骤

1. SERIAL3_BAUD：115
2. SERIAL_PASS1: 0，直通串口的 1 号串口选择 USB 虚拟串口（也即 SERIAL0）；
3. SERIAL_PASS2: 3，直通串口的 2 号串口选择 SERIAL3（也即内置 RTK 对应的串口）；
4. SERIAL_PASSTIMO: 120 (120 秒后自动变回-1)，此值为 AP_INT8 类型，因此最大为 127
5. 写入参数后不要断电，在地面站中点“断开连接”，之后立即用串口调试助手使用飞控的 COM 口（Mavlink 那个）进行配置
6. 重新上电，SERIAL_PASS2 值应该会自动变回-1，无需重新设置

配置命令：
freset
gpgga com1 0.2
gprmc com1 0.2
gpvtg com1 0.2
gphdt com1 0.2
saveconfig

8 和芯 N4 产品星历加注使用

8.1 功能介绍

和芯导航精度产品具有AGNSS功能，即星历加注功能，可通过对设备灌注星历使得设备在长时间断电且无 电池的情况下上电后快速完成定位，当前和芯高精度产品系列-N4产品已部分支持该功能

8.2 使用条件

1.固件版本要求（N4产品目前仅有UM982,UM980支持）：

UM980：7923 及以上

UM982：7650 及以上

2.功能配置开启指令：

CONFIG AGNSS Enable

3.辅助信息指令(非必须项，使用辅助位置，辅助信息可进一步提高定位速度)：

辅助位置：

$AIDPOS,Latitude,LatDir,Longitude,LonDir,Altitude

示例：

$AIDPOS,4002.229934,N,11618.096855,E,37.254

辅助时间：

$AIDTIME,Year,Month,Day,Hour,Minute,Second,Millisecond,Leapsec

示例：

$AIDTIME,2021,12,3,15,2,36,400,18

4.星历数据要求：标准rtcm格式星历数据

如：

RTCM1042

RTCM1019

RTCM1020

RTCM1045

RTCM1046

8.3 测试流程

1.无星历加注冷启动测试

①在中断天线连接状态下发送下列指令：

FRESET

②完成输出配置例如：

BESTPOSA 1

GPGGA 1

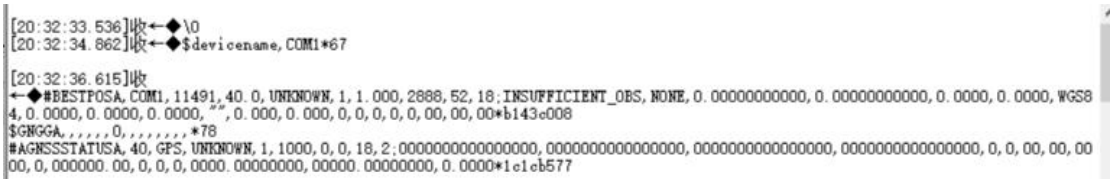
SAVECONFIG

③连接天线并使设备上电

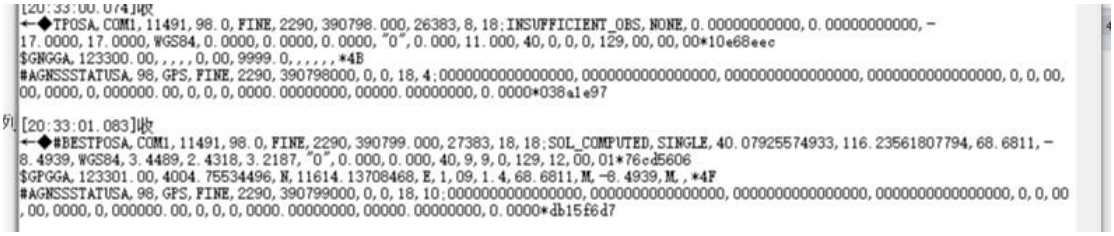
④观察确认完成初始化即初次输出至初次定位时间

测试案例：

完成初始化：20：32：34



初次定位20：33：01：



该次冷启动时间为27s

星历采集方法：

①于设备定位情况下发送下列指令

rtcm1042 0.1

rtcm1019 0.2

②等待约6s

3.星历加注冷启动测试

①在中断天线连接状态下发送下列指令：

FRESET

②完成输出配置例如：

BESTPOSA 1

GPGGA 1

CONFIG AGNSS Enable

AGNSSSTATUSA 1

SAVECONFIG

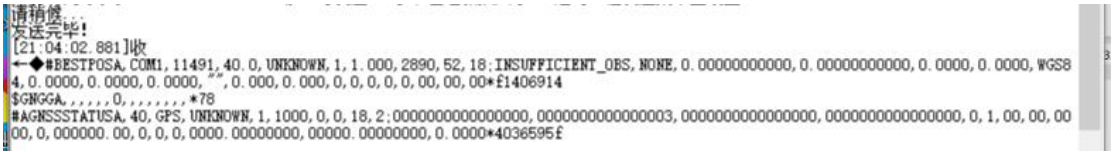
③连接天线并使设备上电

④观察确认完成初始化即发送星历数据

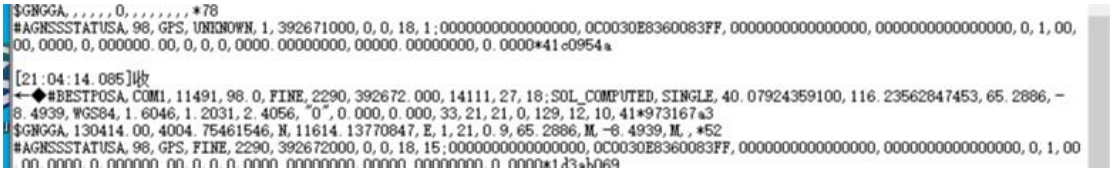
⑤观察星历加注后初次定位时间

测试案例：

完成初始化及星历发送：21：04：02



初次定位21：04：14：



该次冷启动时间约12s

3.星历加注,辅助时间，辅助位置冷启动测试

①在中断天线连接状态下发送下列指令：

FRESET

②完成输出配置例如：

BESTPOSA 1

GPGGA 1

CONFIG AGNSS Enable

AGNSSSTATUSA 1

SAVECONFIG

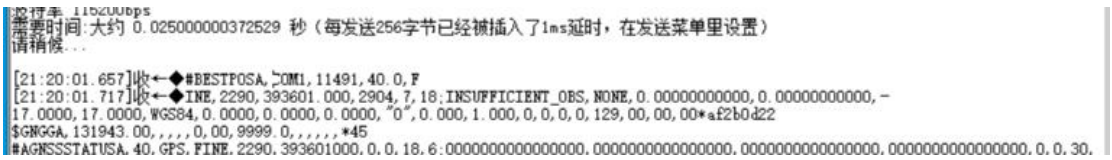
③连接天线并使设备上电

④观察确认完成初始化即发送星历数据以及辅助时间位置语句

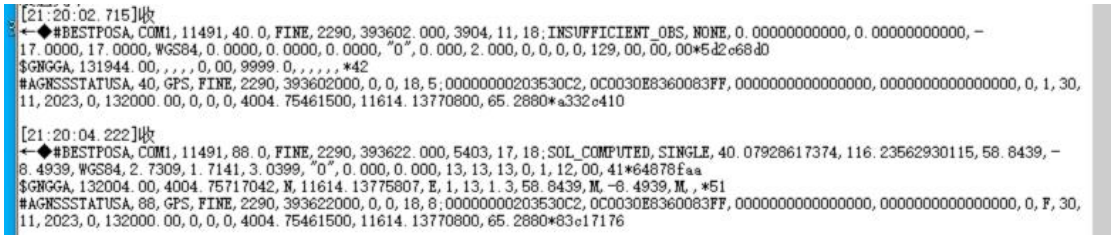
⑤观察星历加注后初次定位时间

测试案例：

完成初始化及星历发送：21：20：01



初次定位21：20：04：



初次定位时间约5s

8.4 N4 产品 AGNSS 使用总结

1. 发送指令开启AGNSS功能：CONFIG AGNSS Enable
2. 发送RTCM标准格式星历数据，例如RTCM1019，RTCM1042
3. 发送辅助时间，辅助位置
4. 完成冷启动

第二部分 飞行管理平台

1. 系统简介

1.1 编写目的

本手册编写目的是明确系统的功能、系统的作用、功能的操作帮助用户理解及操作本系统。

2. 系统概述

2.1 系统简介

无人机大数据飞行平台是一个集成了多种功能和技术的系统，它不仅支持各类无人机的数据收集和传输，还能够处理和分析这些数据，以优化飞行性能和任务执行效率。该系统支持多个无人机系列能服务于广泛的用户群体。并且该平台有单独的数据传输 API 保证数据传输的独立性从实时航迹的规划和调整，到无人机的设计和维护，再到飞行任务的规划和执行，以及飞手的操作技能和数据处理能力，每个环节都至关重要。

2.2 系统功能

系统基于 GIS 技术，具备实时轨迹、无人机、飞手、数据管理等功能同时还具备无人机飞行控制信息的显示能实时显示无人机飞行控制信息和视频信息，此外还具备了工具栏具有设置原点、飞入原点、坐标定位、测定工具等功能。

3. 主页介绍

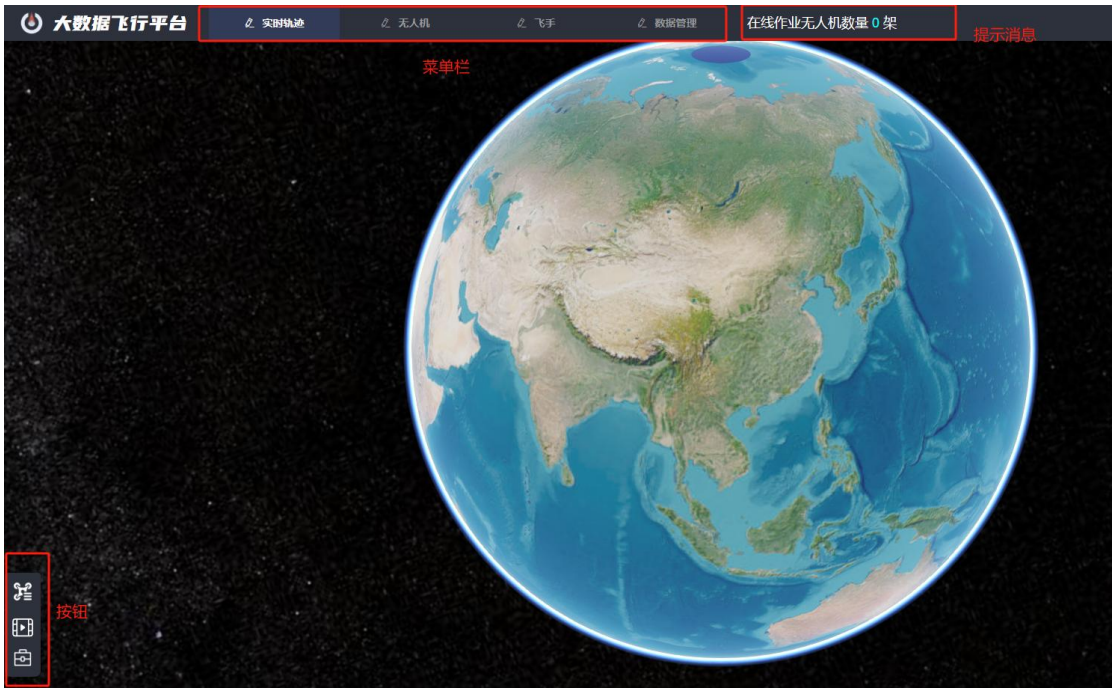
系统首页显示实时轨迹，头部显示导航栏菜单包含实时轨迹、无人机、飞手和数据管理菜单如图中所示的菜单栏，菜单栏的后边是提示信息在本页面中显示的是当前在线的无人

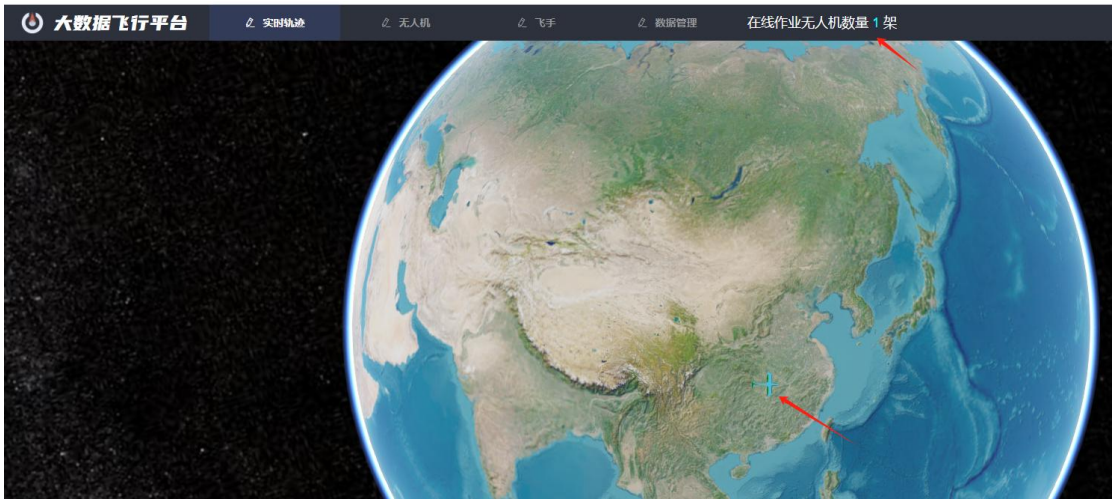
机架次，如图当前没有无人机在线则显示当前在线的无人机架次为 0，如果有一架无人机在线则显示在线无人机数量为 1 架次如图所示，依次类推当有多个无人机时此处可精确的看出无人机的数量。

中间地图用于显示无人机的实时飞行轨迹和位置，当前没有无人机所以显示空白地球，当有无人机时无人机会在此处显示如图，并且位置根据实际飞行位置无人机会随时移动。

左下角按钮显示的是无人机列表和实时视频以及工具栏，此处按钮根据选中的不同菜单会不相同，下边再做详细介绍。

首页中的地图可放大缩小，鼠标滚轮向上滑动放大地图，滚轮向下滑动缩小地图，按住鼠标左键向左移动鼠标地图向左旋转，按住鼠标左键向右移动鼠标推动地图，地图向右旋转。





4. 无人机平台操作说明

4.1. 登录

4.1.1 功能介绍

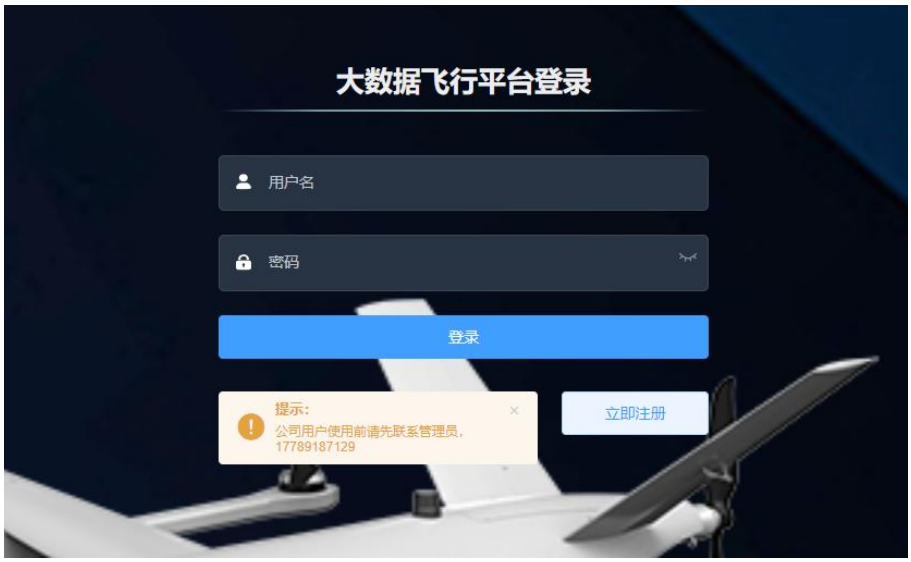
系统需通过登录来获取访问权限。

4.1.2 操作步骤

系统需通过登录来获取访问权限。

请注意：同一个账户仅供一台终端使用，若不同的终端平台登录同一账号。前登录账号会自动退出。

输入账户名及密码，点击登录按钮，即可进入系统，系统会跳转至主页如图所示。



4.2. 注册

如果新进来的用户没有账号则需要注册，注册方发如下：

1， 依旧在浏览器的地址栏中输入 http://www.huaxts.com/会出现下图界面点击如图中的立即注册按钮

选择“飞行管理平台”，选择“注册”完成注册过程。

点击之后会弹出图的用户注册界面，在此处输入用户名，密码、确认密码选择所属单位会弹出下拉框，根据下拉框中汉字选择即可。选择单位之后，单位管理员登录单位账号后，就能管理该单位名下所有的无人机运行情况。

如果下拉选项框中没有自己所属单位，请联系界面中花色字体的系统维护人员进行添加。

以上为必须填写项目，邮箱和电话可选择性填写（建议填写完整），填写完整之后点击左下角注册按钮提示注册成功则代表已注册好。

然后点击右下角前往登陆按钮去登陆，点击前往登陆按钮后会跳转 6，按照 4.1 登陆步

骤数据用户名和密码登陆即可。

如果填写过程中信息填写错误可直接删除，如最后发现前边有多个信息填写错误想重新填写可点击下图中的重置按钮进行信息重新填写。点击重置按钮所有的输入框就会被清空。

4.3. 退出

登陆之后再主页的右上角会显示用户名和一个小人头的图标，当前登陆的用户名是后台

维护故而显示如图，如果登陆名字为张三则小人头旁边显示汉字为张三。点击汉字或者人头图标弹出退出登录点击后退出系统跳转到登陆界面图。

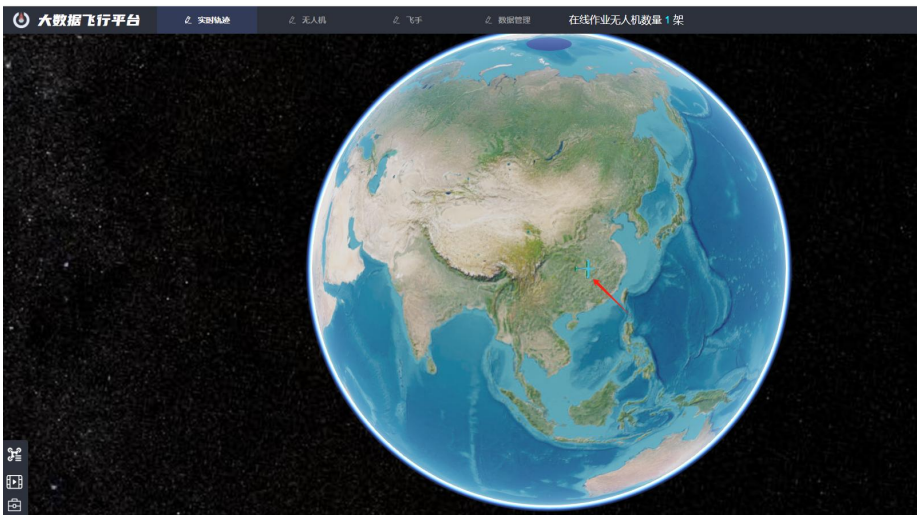
4.4. 实时轨迹

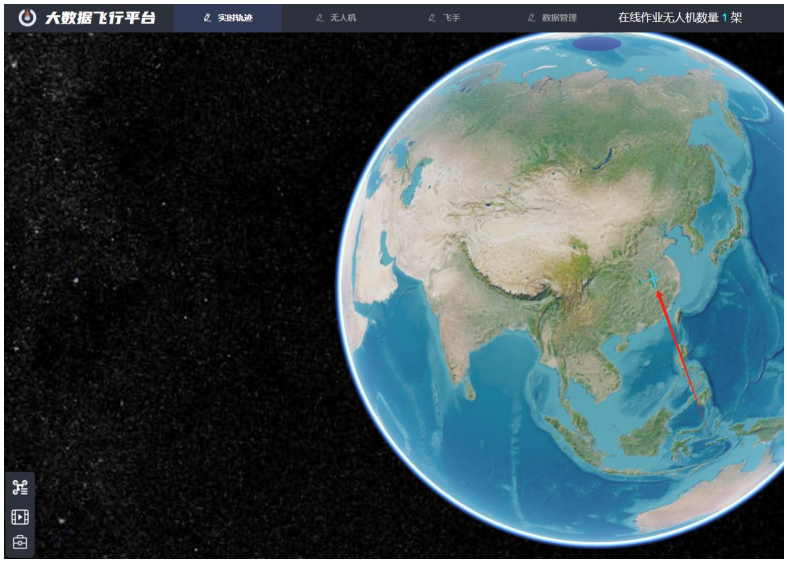
4.4.1 功能介绍

用来显示无人机的实时动态位置和方向。

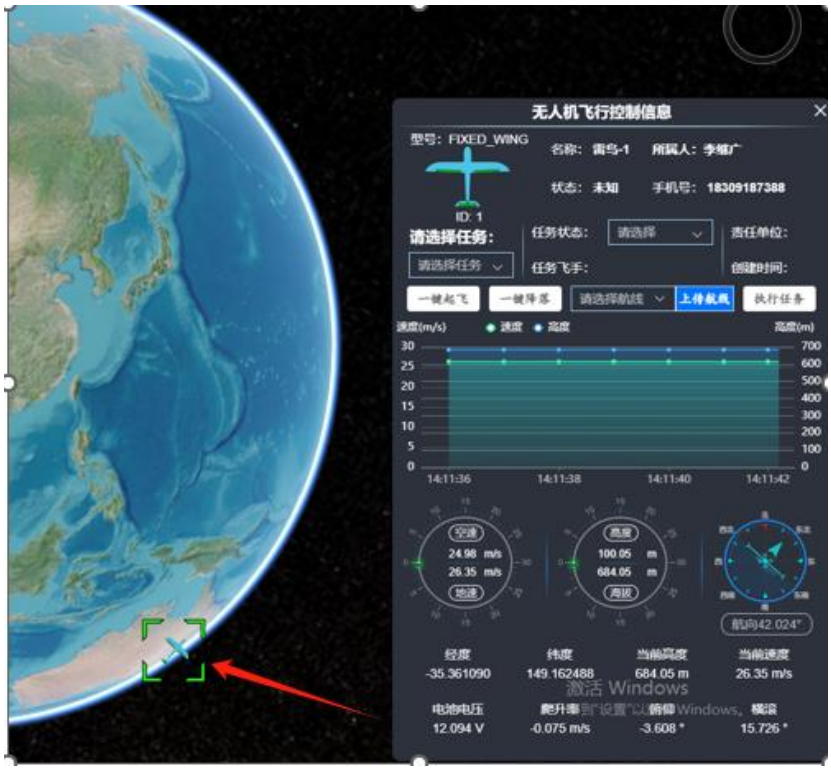
4.4.2 操作步骤

用户登录后自动进入实时轨迹界面如下图，无人机的方向和位置会根据实际情况实时变化在地图中能清晰看到无人机的实时飞行轨迹。如图中的无人机位置和图中的无人机位置对比，图中的无人机根据实际位置来移动。





如果点击地图中的无人机则可以显示无人机的飞行控制信息，如图点击飞机图标，弹出右无人机飞行控制信息。



无人机飞行控制信息中包含完整的无人机信息，如图中的第 1 个模块显示的是无人机的注册信息，无人机的型号、名称、所属人、所属人的联系方式以及无人机的 ID，该型号下的无人机图标等

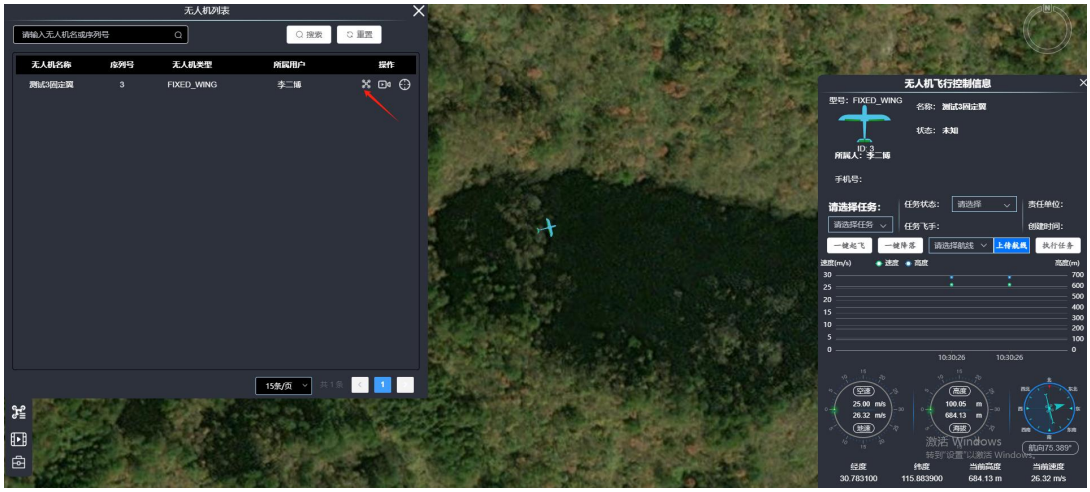
模块 2 显示的是无人机的高速和速度的折线图无人机在飞行的过程中此折线图实时变化。

模块 3 显示的是经纬度和速度海拔高速以及航向，最右边的航向会根据无人机的飞行方

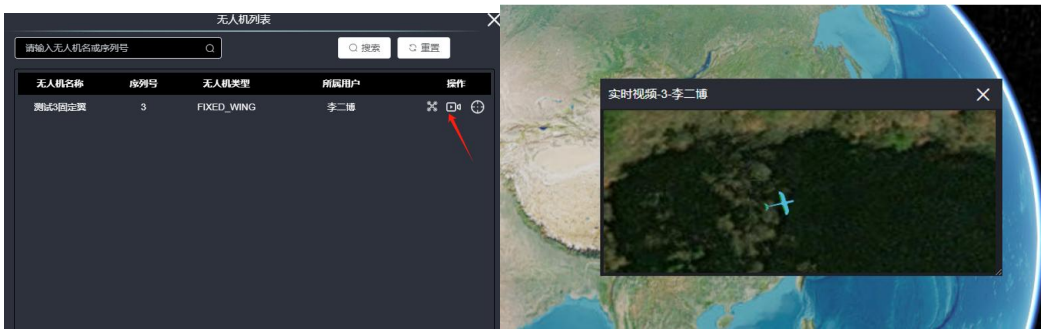
向实时变化。箭头所指方向和地图中无人机的飞行方向一致如图。

实时无人机列表在实时航迹界面点击左下角无人列表能显示当前在线的无人机列表可查相对应无人机的飞行控制信息、实时视频和视角定位，定位到当前无人机在地图中的位置如图。

无人机列表中最右侧操作行有三个图标分别是飞行控制信息，实时视频和视角定位，点击飞行控制信息时如图会显示无人机的飞行控制信息图。



点击实时视频则显示弹出实时视频如图所示。



点击视角定位则能精确定位到无人机位置，当有多个无人机时方便查找无人机的位置具体操作如下图。

4.5. 无人机

4.5.1 功能介绍

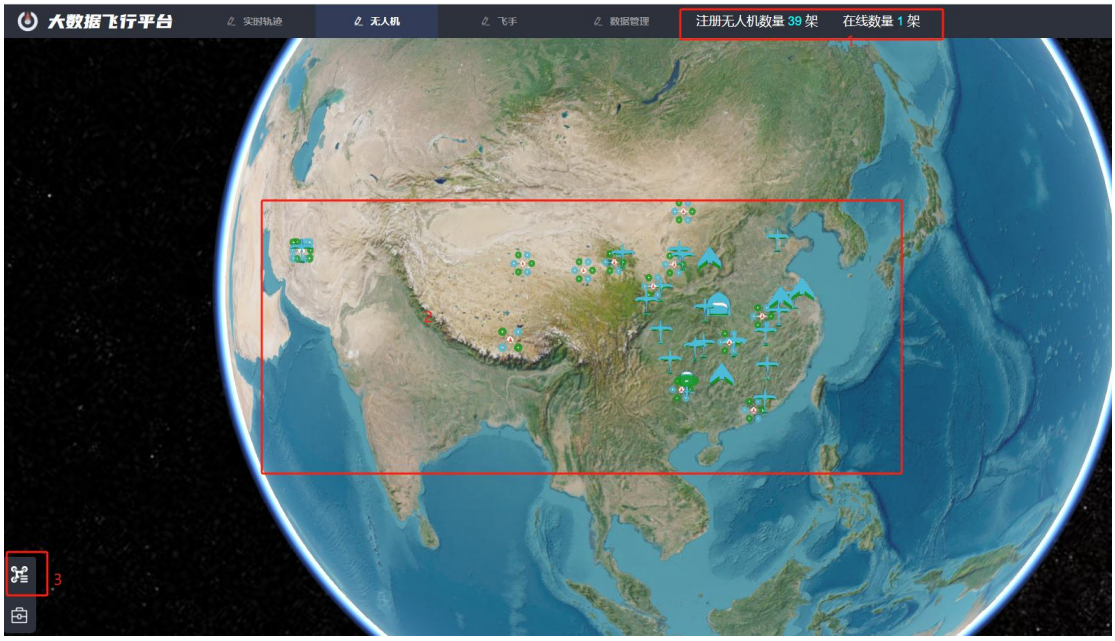
用于显示已注册的无人机以及无人机的位置显示在地图中，并且可查看已注册的无人机列表。

4.5.2 操作步骤

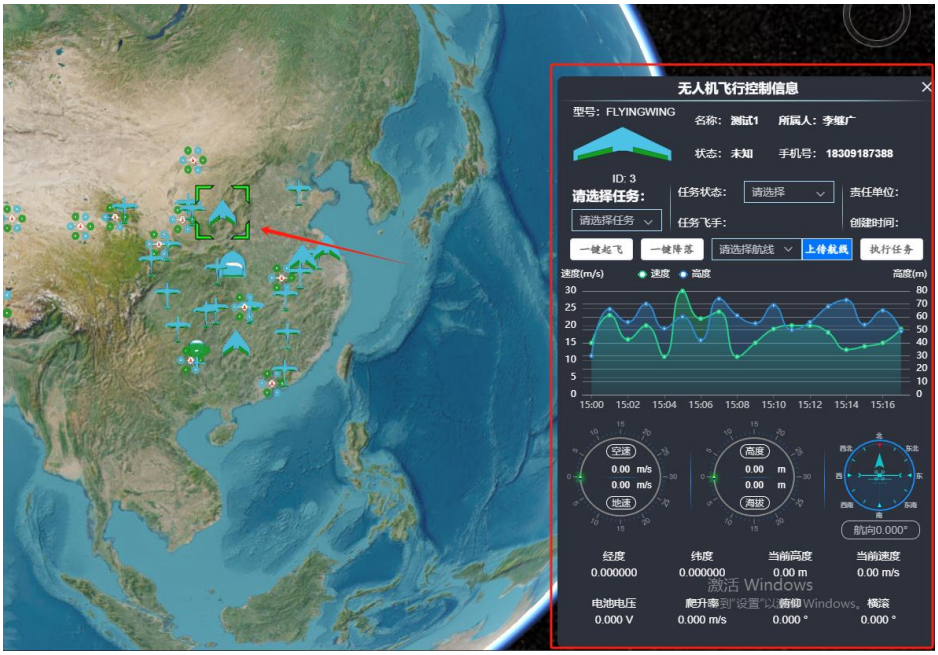
点击无人机菜单中间地图中显示所有注册的无人机如下图的模块 2，所有注册的过的无人机按照实际位置和类型显示在地图中。

右上角模块 1 可以直观看出当前注册的无人机的架次和当前在线的无人机架次，如图中当前注册无人机架次为 39 架即模块 2 地图中一共有 39 架次无人机，在线的一架次无人机

可在实时轨迹中查看。



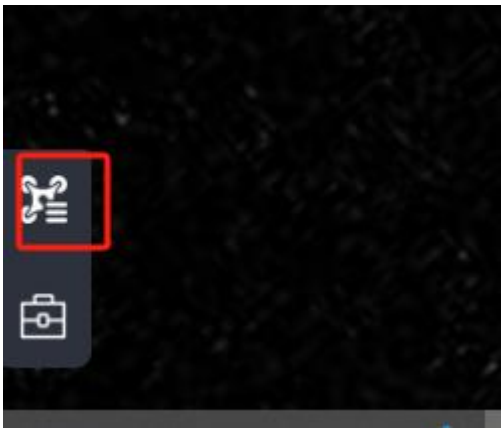
点击地图中的无人机显示无人机飞行控制信息如下图点击左边任意无人机的图标弹出右侧的无人机的飞行控制信息包括我人机的型号、名称所属人等信息。



点击不同的无人机弹出不同的无人机控制信息如下图，不同型号的无人机显示的图标不同。

最多可以同时打开三个无人机飞行控制信息当打开更多时会弹框提示无法打开更多的面板，如果想打开别的无人机飞行控制信息只需关闭任意一个现有的面板即可。

点击无人机列表下图中的图标弹出无人机列表如图列表中序列号和所属用户，同一个用户下只能出现序列号唯一的无人机 ID，即同一个用户下不允许有重复的无人机 ID，不同的用户可以有相同的无人机 ID。



无人机列表中操作栏显示飞行控制信息、实时视频和视角定位点击飞行控制信息显示相对应的无人机控制信息如图，点击实时定位能精确定位到当前无人机注册位置如图。

4.6. 飞行任务

4.6.1 飞行任务

用于添加和管理飞行任务，飞行任务与无人机关联，无人机飞行时可选择已经添加的该无人机下的飞行任务。

1）任务列表字段：任务名称、航线名称、执行状态、责任公司、创建时间、无人机；

2）查询条件：任务名称（输入模糊匹配查询）、执行状态（下拉选择查询，选项为“待执行、执行中、已完成”）、无人机（下拉框选择弹出无人机的名称）；

3）操作项：添加任务、编辑、任务执行、删除；

新增任务：任务名称、航线名称、责任公司、无人机、飞手、任务描述。

任务名称：必填，输入项；

航线名称：必填，下拉单选项，选项为规划定义的航线。

责任公司：必填，下拉框选择，选项为已经添加的公司

无人机：必填，下拉框选项，选项为后台定义的当前责任公司下的无人机名称；

飞手：下拉框选择，选项为后台已经添加的飞手。

任务描述：必填，输入项，允许输入 64 位字符长度；

编辑任务与新增任务类似，点击列表中的编辑任务图标，弹出当前任务的详细信息，根据需要修改后提交即可。

删除任务：如果此任务不再需要可删除此任务，点击列表最后边垃圾桶图标，弹出确认提示框，如果确认删除点击确定即可。

4.6.2 飞行航线

1）航线列表字段：航线名称、航点数量、保存时间；

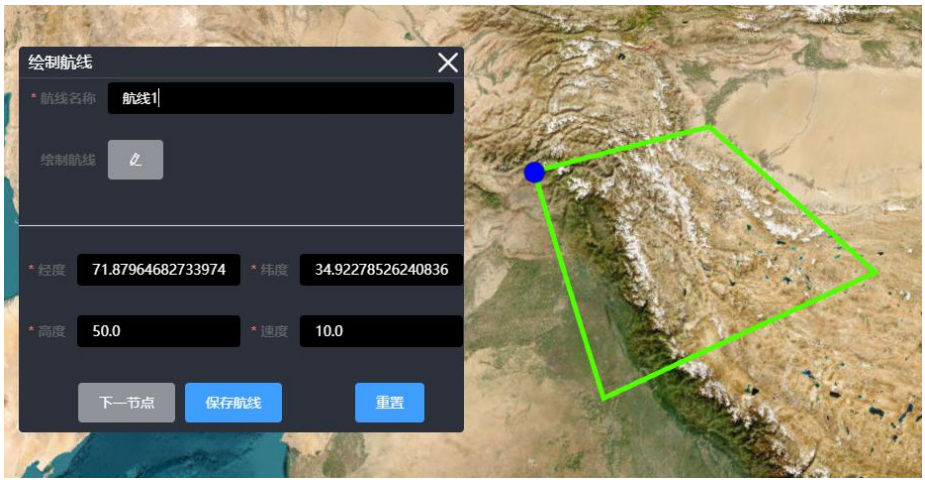
2）查询条件：关键字输入查询，模糊匹配航线名称；

3）操作项：航线规划、路线显示、删除；

绘制航线：航线名称、绘制航线、经度、纬度、高度和速度为必填项

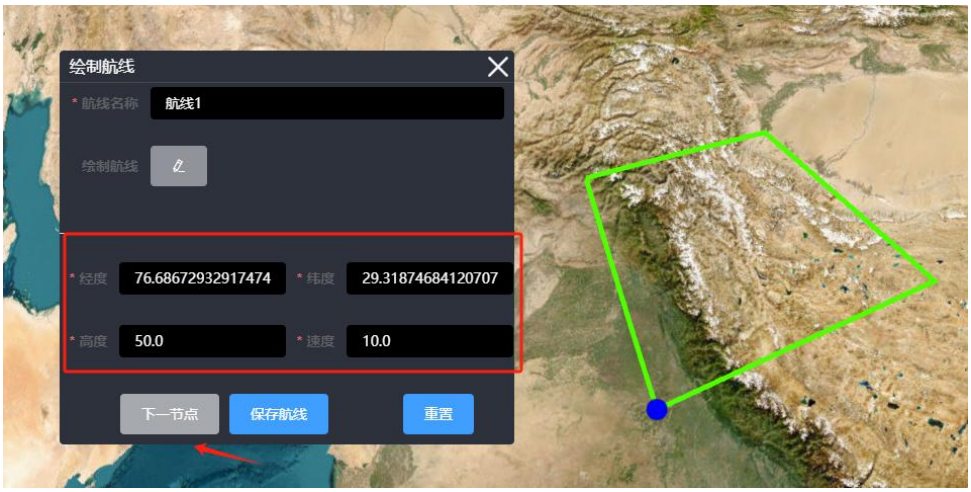
具体操作如下：

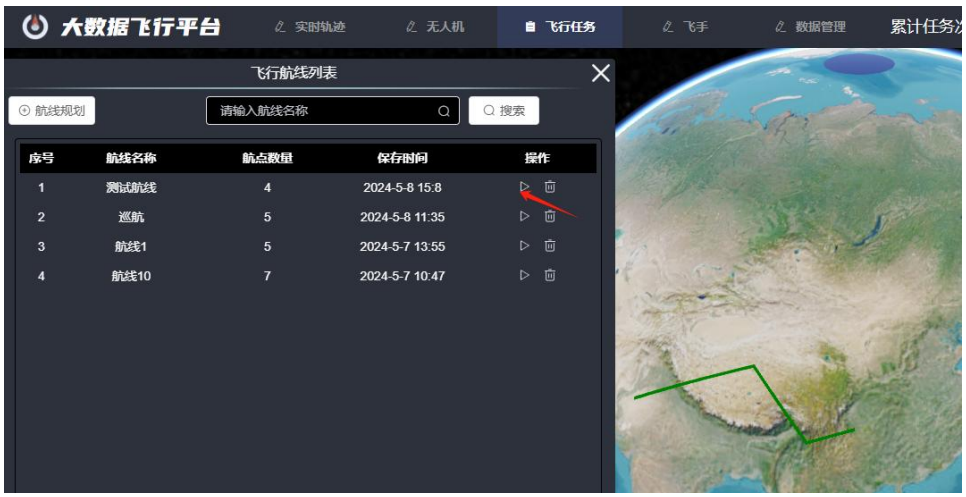
点击上图的绘制航线按钮，将鼠标移入到地图中鼠标变成一个铅笔形状，在地图中点击鼠标左键拖动鼠标进行绘制，绘制完成后点击鼠标右键结束绘制，地图中会出现一条绿色已经绘制好的航线。



绘制结束后经纬度数据会根据选点填充到经纬度输入框中，高度默认 50，速度默认为 10，当前显示的是第一个航点的经纬度高度和速度，点击下一个节点可编辑下一个节点的经纬度和速度。

所有航点编辑完成后可点击保存航线对航线进行保存。





航线显示：点击列表后边操作栏中的航线显示按钮，该航线名称下的航线可显示在地图中。

航线删除：在航线列表中选择需要删除的航线，点击后边操作栏垃圾桶图标，弹框提示是否确认删除，点击确定即可删除该航线，取消则不删除此航线。

4.6.3 航线上传和执行

在无人机飞行控制信息中可选择上述步骤规划好的航线，如上图下拉框会显示所有规划好的航线名称。

选择好航线后，点击上传按钮上传航线，点击执行任务按钮可对当前无人机执行当前选中的航线。

4.7. 飞手

4.7.1 功能介绍

显示已经添加的飞手和飞手位置。

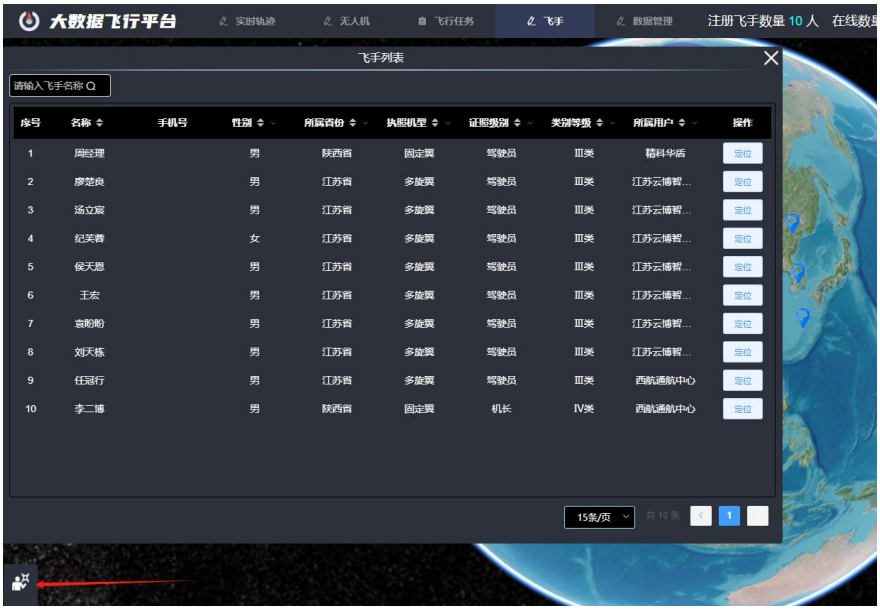
4.7.2 操作步骤

点击“飞手”菜单，地图中显示已经添加的飞手和飞手的位置如下图所示，飞手默认以蓝色图标显示如下图。

模块 1 中信息栏显示已经注册的飞手数量目前注册的是 11 人在线的飞手数量为 0 人。

中间面板显示的是飞手位置，位置根据添加飞手时选择的位置来显示。

在飞手菜单下点击左下角人头图标如下图显示飞手列表包括飞手名称、性别、执照类型、所属用户等个人信息。



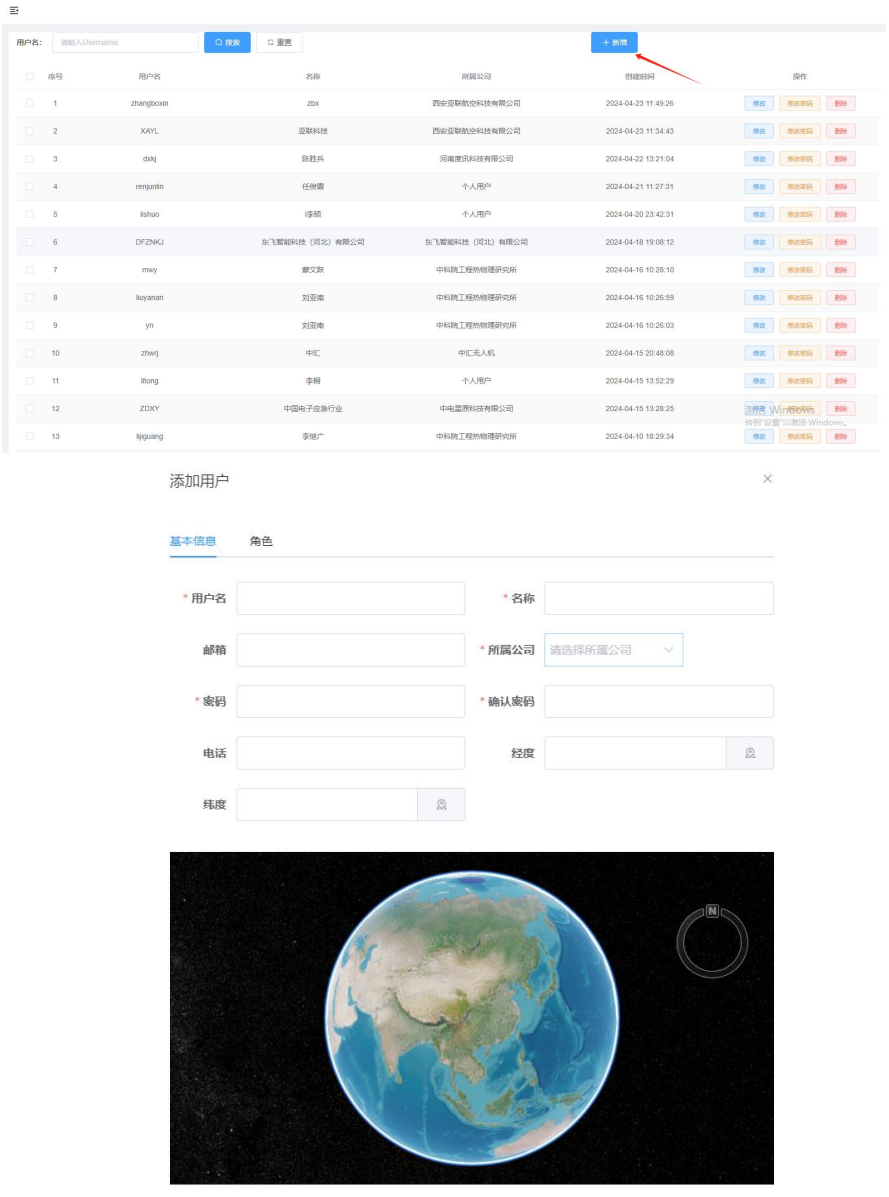
点击定位按钮可定位到当前选中的飞手在地图中的位置如图。

4.8. 数据管理

4.8.1 用户管理

展示用户基本信息，用户名、名称、所属公司等同时具备新增、修改删除和修改密码的功能。

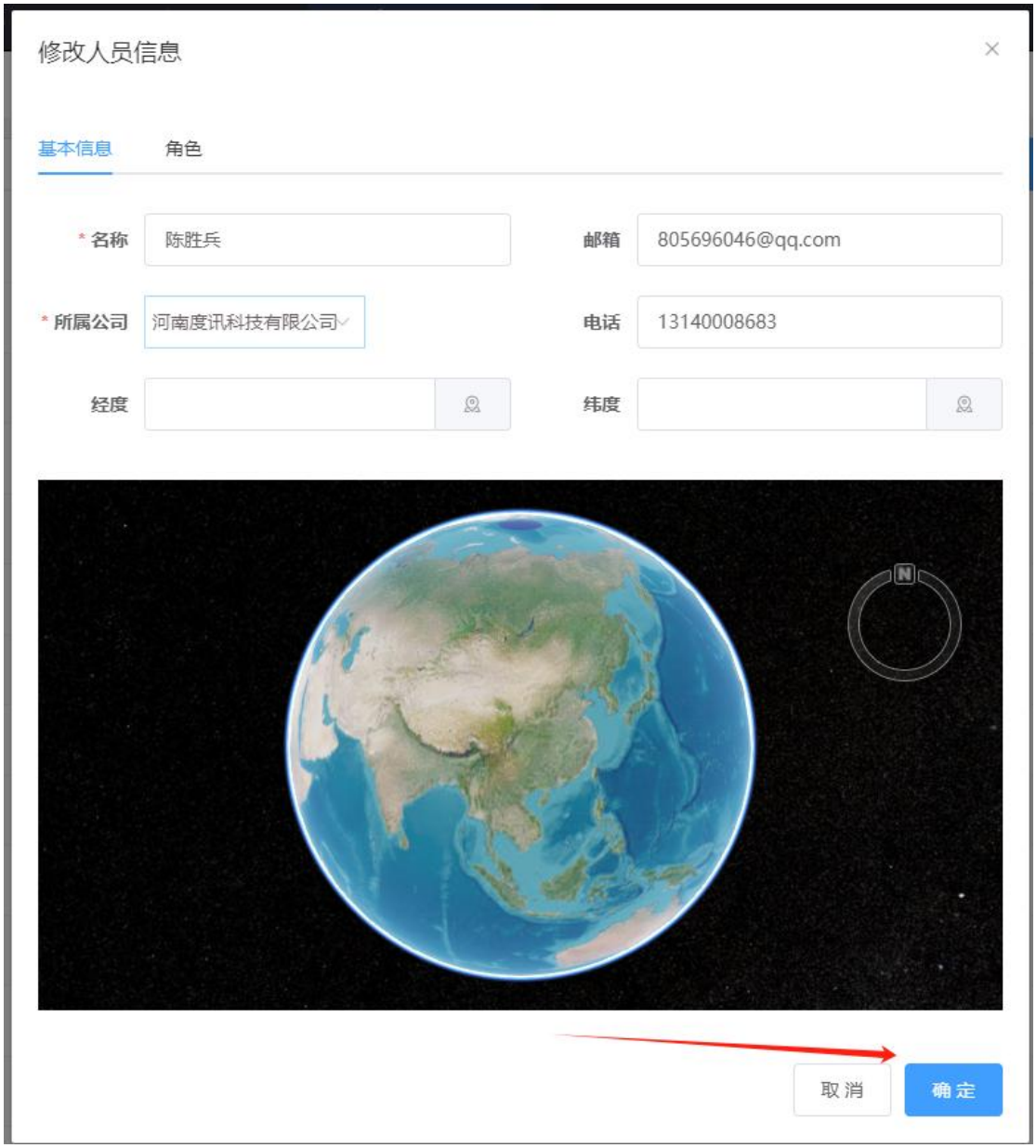
添加用户时点击图中的新增按钮弹出新增菜单，在弹出的菜单中填写用户基本信息用户名、名称、所属公司、密码确认密码等必须填写项目，选择性填写邮箱、经纬度、电话等信息，为了保证个人信息的完整性建议全部填写。



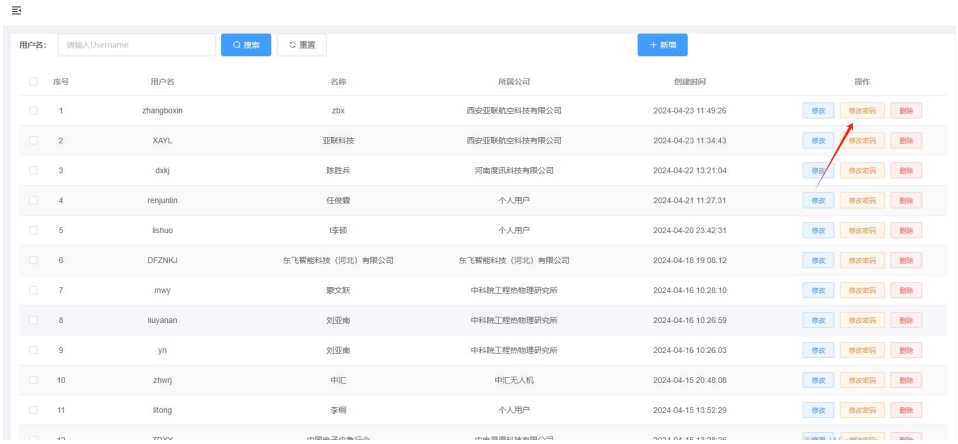
用户基本信息填写完成后用户角色也为必填项，目前有管理员觉得、公司账户和个人账户，个人账户只能看到个人信息和个人账户下的相关无人机数据，公司账户可以看到本公司所有用户下的无人机相关数据。管理员账户能看到所有数据。

角色选择之后点击确定如图即可将用户信息添加到用户列表中。

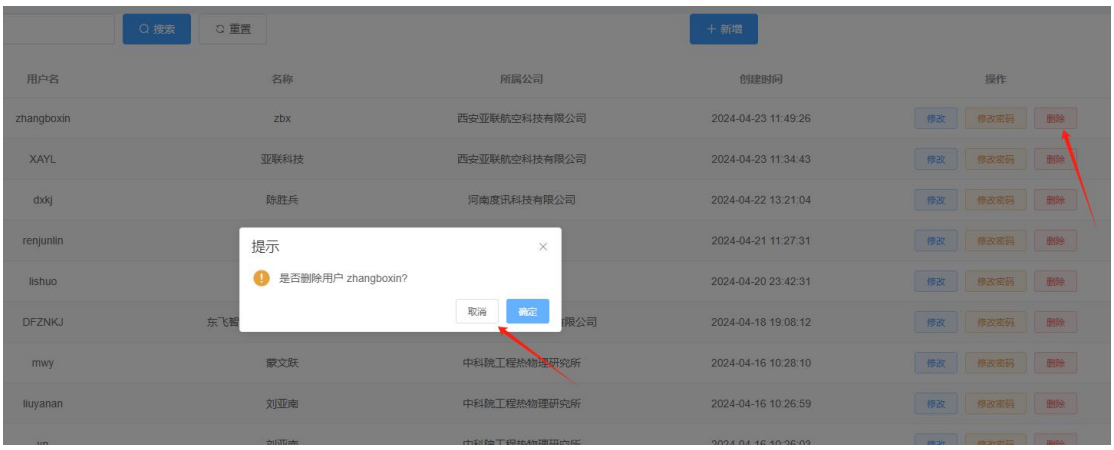
用户添加完成之后可点击右侧操作栏修改用户如图点击修改弹出修改菜单图，在相应的输入框中填写需要修改的正确信息点击确定，提示修改成功后人员信息即被修改，列表中显示新的人员信息。



用户添加后如需修改用户密码则点击图中修改密码按钮图，点击之后弹出修改密码弹框图，在弹框中输入新密码和旧密码，点击提交提示成功后则代表密码已修改成功，下次登录时用新密码即可，如果密码填写错误可点击重置按钮重新填写。



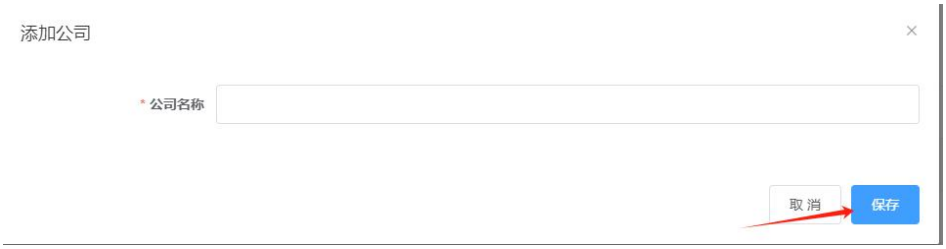
在用户列表中要想删除某个用户点击删除按钮即可图，为防止误点，点击删除之后会弹出是否确认删除弹框，如点击取消则删除操作被撤销用户不会被删除，点击确定按钮用户会被删除将不在用户列表中显示。



4.8.2 公司管理

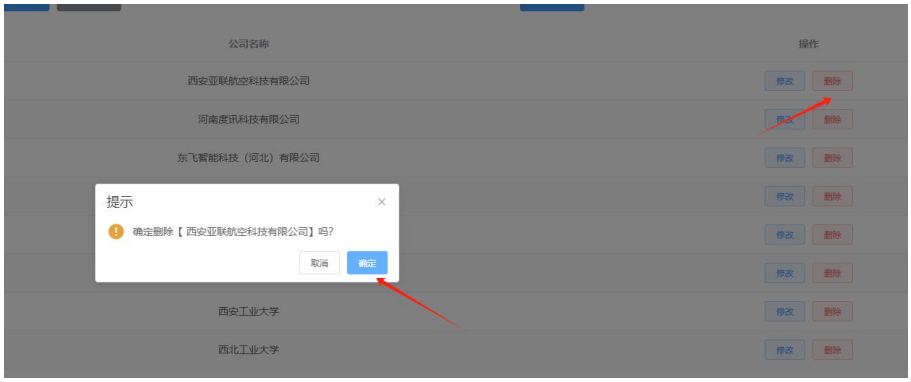
用于新增删除和修改公司名称。点击新增按钮图弹出添加公司表单图，填写上公司名

称保存后公司被添加至列表中。



修改公司名称，点击公司行后边的修改按钮弹出原有公司名，在此输入框填入新公司名点击保存，提示成功后公司名称修改成功。具体操作如图：

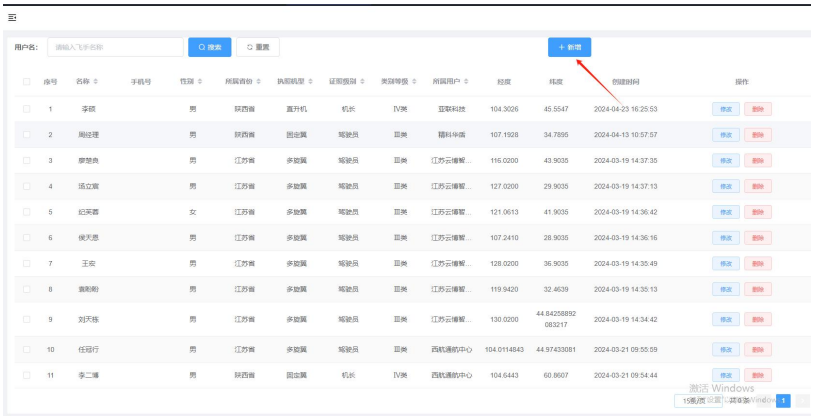
如不想在列表中出现该公司则可点击公司后边的删除按钮，点击之后会询问是否确认删除，点击确定则被删除公司不在列表中显示，点击取消则删除操作被撤销。



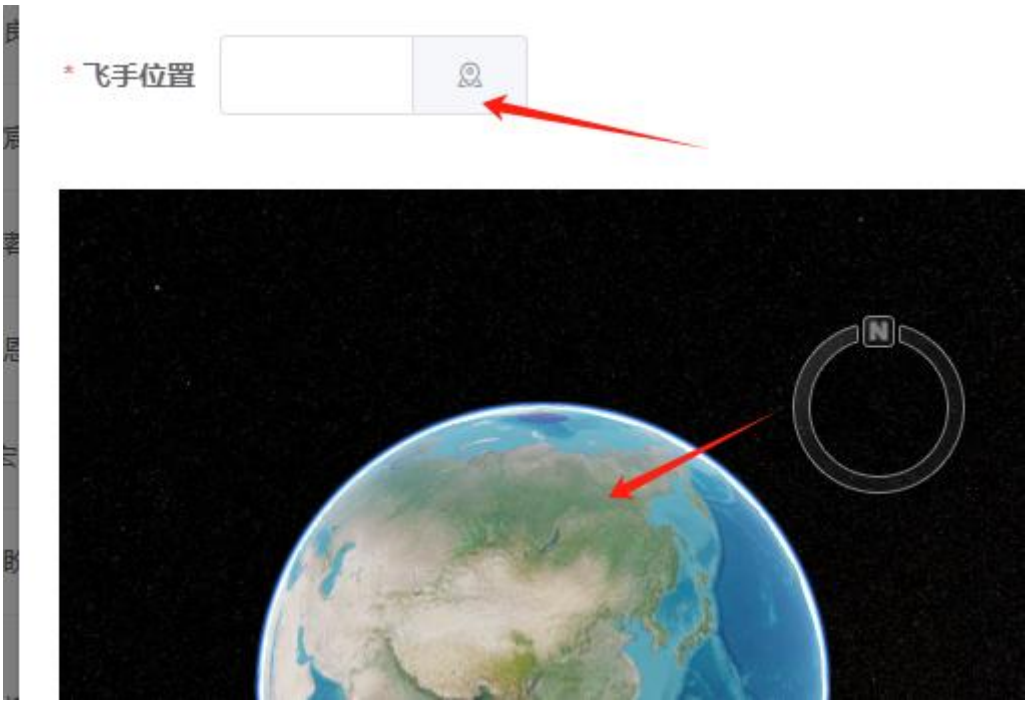
4.8.3 飞手管理

新增修改和删除相关飞手，个人账户只能看到所属本人的飞手，公司账户可以查看和管理所属本公司所有用户的飞手，管理员账户能管理所有飞手。

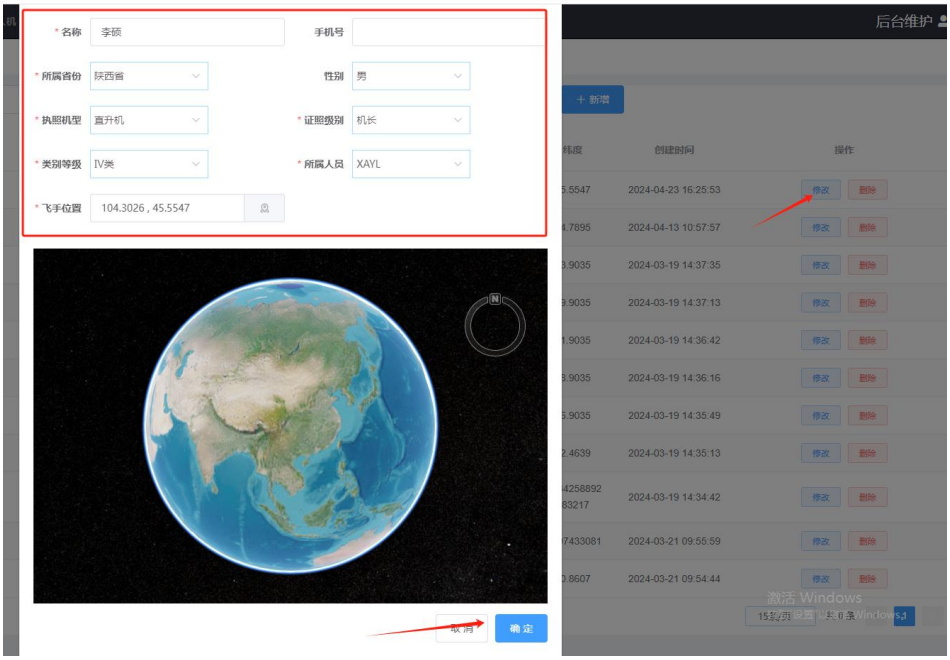
点击新增按钮图弹出新增表单图，在表单中填入飞手信息名称、所属省份、选择只招机型、执照级别、执照等级，所属人员和飞手位置等信息后确定保存即可。



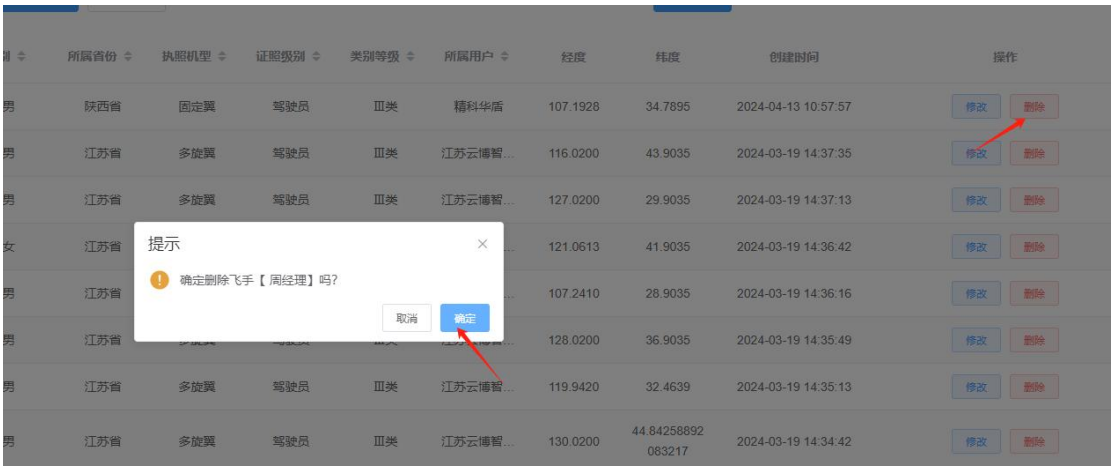
选择飞手位置时首先点击输入框后边的图标，之后再在地图中选择位置，选择后位置信息会显示在输入框只能，操作如下图：



修改飞手信息时点对应行后边的删除按钮，弹出修改飞手信息弹框，在输入框中修改相关信息后点击确定即可如图。



删除飞手，选择飞手后在后边的删除按钮在提示框中点击确定飞机就会被删除。如下图：

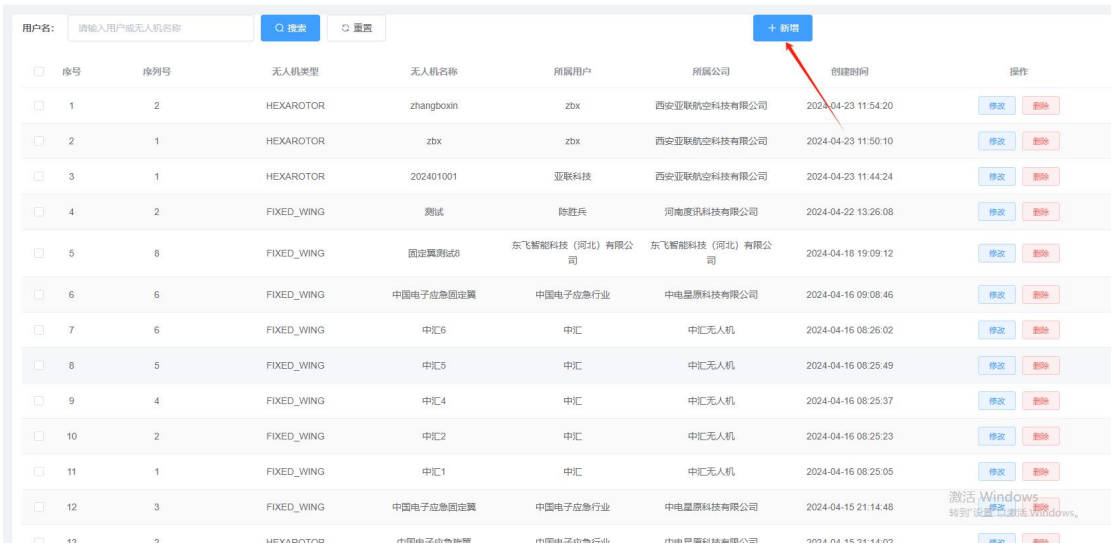


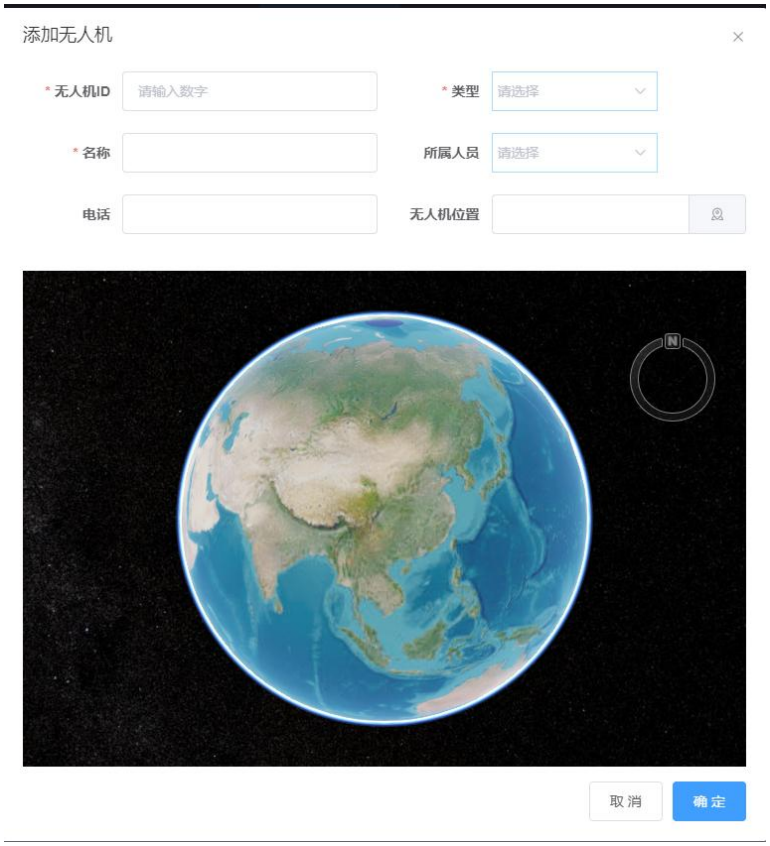
4.8.4 无人机管理

用于注册无人机，添加无人机时无人机类型、名称、所属人员为必填项，注册后侧无人机显示在列表中可进行删除和修改，个人账户只能查看个人名下的无人机，公司账户能所属该公司以及该公司人员的无人机，管理员能查看所有无人机数据。

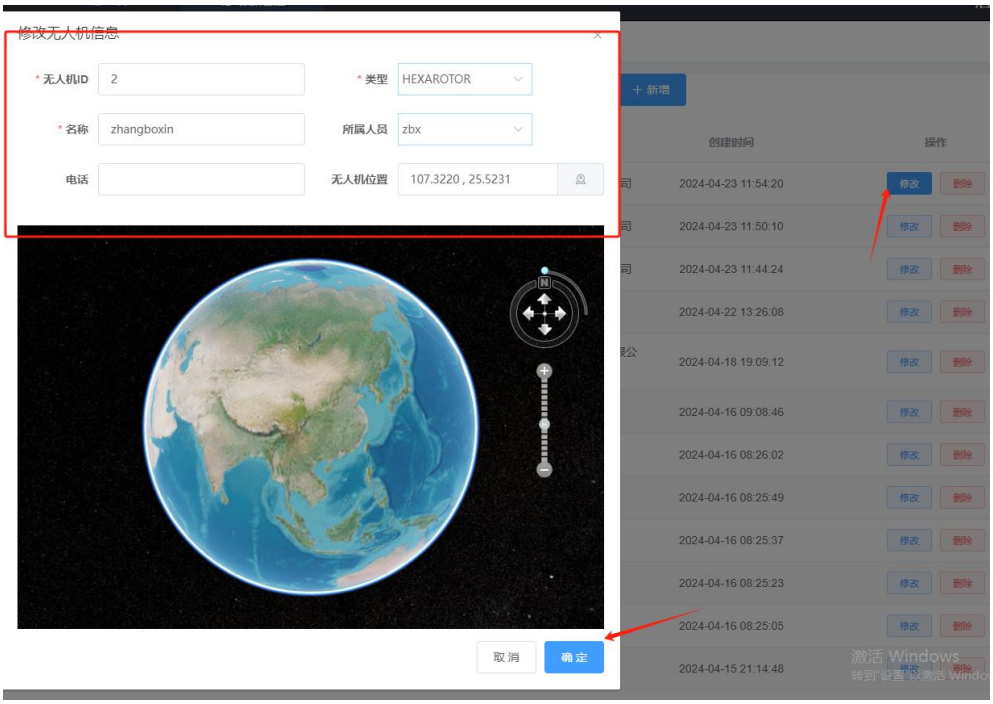
点击新增按钮弹出新增无人机表单图，在表单中填写无人机的 ID、类型、名称、所属人员、电话以及位置点击确定可添加无人机到列表中。

注意：同一个用户下无人的 ID 不允许重复

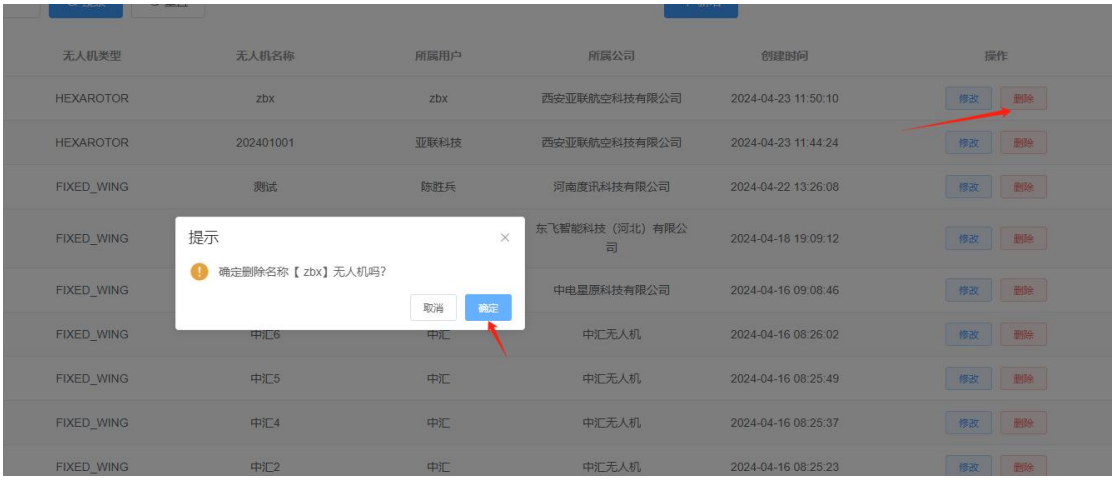




修改无人机信息时点击行后边的修改按钮在输入框中输入要修改的信息，点击确定提示修改成功后即可如图

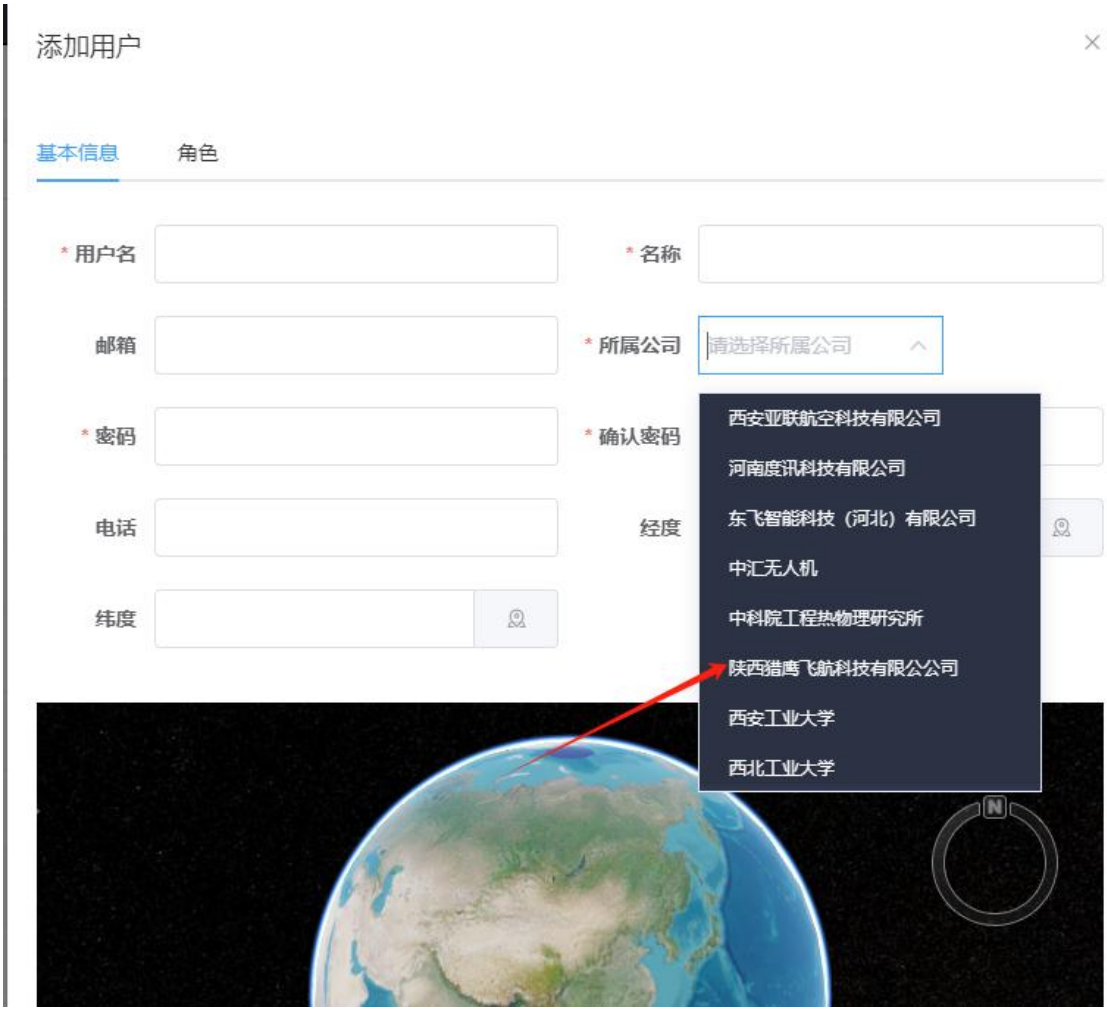


删除无人机点击后边删除按钮点击确定无人机从列表中消失，点击取消撤销删除操作无人机不会消失。



4.9. 公司使用说明

公司用户添加以后会绑定到用户，在添加用户和用户注册的时候选择所属公司则显示已经添加过的公司，在用户添加或者注册的时候如果没有自己的公司可联系管理员添加公司，添加后下拉框中会有自己的公司供选择。



4.10. 工具栏使用说明

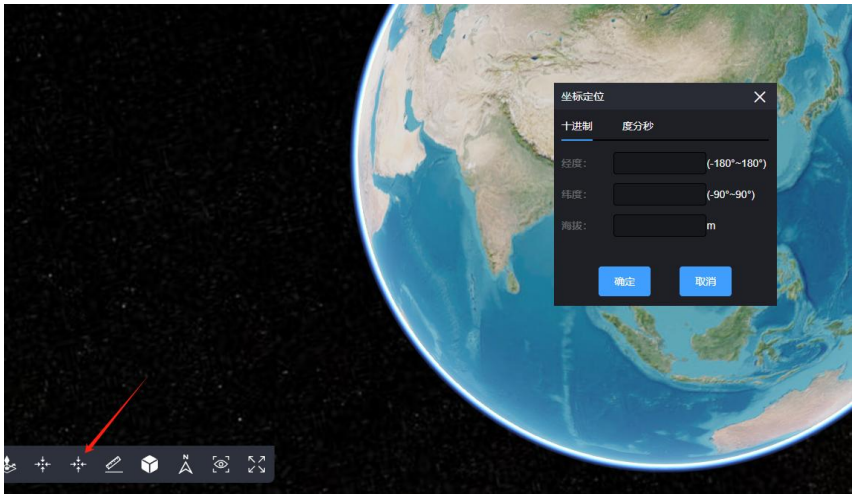
点开工具栏之后从左至右边依次是飞入原点、设置原点、坐标定位、测量工具、视图，指北、人视角和全屏如下图：

图 61

在地图中选点之后点击下图中设置原点后会弹出提示框是否将当前位置设置为原点如需设置为原点则点确定即可，不需要点取消。

飞入原点，在上图设置好原点后可点击下图的飞入原点按钮系统可定位到刚才设置的原点位置。

点击坐标定位可弹出如下图所示的输入框，在输入框中输入数据后点击确定可定位输入框输入的位置。



选择测量工具弹出水平测量，垂直测量和面积体积测量后可在地图中根据需要进行测量。

点击全屏该系统在浏览器中全屏显示，在此点击可退出全屏显示。

第三部分 附录

附录 1 固定翼全部参数及意义

ACRO_LOCKING	0		0：禁用 1：启用 2：四元数	松开摇杆时启用姿态锁定。如果设置为 2，则在启用偏航角速率控制器时使用基于四元数的锁定。基于四元数的锁定将保持任何姿态
ACRO_PITCH_RATE	180	deg/s	10 500	ACRO 模式下全摇杆偏转时的最大俯仰率
ACRO_ROLL_RATE	180	deg/s	10 500	ACRO 模式下全摇杆偏转时的最大滚动率
ACRO_YAW_RATE	0	deg/s	0 500	ACRO 模式下全摇杆偏转时的最大偏航率。如果此值为零，则方向舵由舵杆输入直接控制。仅当将 YAW_RATE_ENABLE 设置为 1 时，此选项才可用。
ADSB_TYPE	0		0：禁用 1：uAvionix-MAVLink 2：Sagetech 3：uAvionix-UCP 4：Sagetech MX 系列	用于 ADSB-in 和 ADSB-out 配置和操作的 ADS-B 硬件类型。如果选择了任何类型，则基于 MAVLink 的 ADSB-in 消息将始终处于启用状态
AFS_ENABLE	0			这实现了先进的故障安全系统。如果设置为零（禁用），则所有其他 AFS 选项均无效
AHRS_COMP_BETA	0.1		0.001 0.5	这控制了用于融合 AHRS（空速和航向）和 GPS 数据以估计地面速度的交叉频率的时间常数。时间常数为 0.1/beta。较大的时间常数将较少使用 GPS 数据，较小的时间常数将较少使用空气数据。
AHRS_EKF_TYPE	3		0：禁用 2：启用 EKF2 3：启用 EKF3 11：外部 AHRS	这控制了用于姿态和位置估计的 NavEKF 卡尔曼滤波器版本

AHRS_GPS_GAIN	1		0.0 1.0	这控制了使用 GPS 来校正姿态的程度。对于飞机，这绝不应设置为零，因为这会导致飞机轮流失去控制。对于平面，请使用默认值 1.0。
AHRS_GPS_MINSATS	6		0 10	使用 GPS 进行基于速度的校正姿态校正的可见卫星的最小数量。默认值为 6，这大约是 GPS 的速度数字变得太不可靠而无法准确校正加速度计的点。
AHRS_GPS_USE	1		0：禁用 1：使用 GPS 定位 DCM 位置 2：使用 GPS 定位 DCM 位置和高度	这控制是使用航位推算还是基于 GPS 的导航。如果设置为 0，则 GPS 将不用于导航，仅使用航位推算。值为零绝不应用于正常飞行。目前，这仅影响基于 DCM 的 AHRS：EKF 根据自己的参数使用 GPS。值为 2 表示使用 GPS 来计算高度和位置 - 无论是在 DCM 估计中还是在确定离家高度时。
AHRS_ORIENTATION	0		0：无 1：偏航 45 2：偏航 90 3：偏航 135 4：偏航 180 5：偏航 225 6：偏航 270 7：偏航 315 8：横滚 180 9：偏航 45 滚 180 10：偏航 90 滚 180 11：偏航 135 滚动 180 12：俯仰 180 13：偏航 225 滚动 180 14：偏航 270 滚动 180 15：偏航 315 滚动 180 16：滚动 90 17：偏航 45 滚动 90 18：偏航 90 滚动 90 19：偏航 135 滚动 90 20：滚动 270 21：偏航 45 滚动 270 22：偏航 90 滚动 270 23：偏航 135 滚动 270 24：俯仰 90 25：俯仰 270 26：偏航 90 俯仰 180 27：偏航 270 俯仰 180 28：腿部空间 90 滚动 90 29：间距 90 滚动 180 30：间距 90 滚动 270 31：间距 180 滚动 90 32：间距 180 滚动 270	相对于电路板类型的标准方向的整体电路板方向。这将旋转 IMU 和指南针读数，使电路板能够以任何 90 度或 45 度角在您的无人机中定位。每个选项的标签都按该方向的旋转顺序指定。此选项在下次启动时生效。更换后，您需要重新调平无人机。固件版本 4.2 及更早版本可以使用 CUSTOM（100）旋转来设置 AHRS 方向的 AHRS_CUSTOM_ROLL/PIT/偏航角度。更高版本提供了两个通用的自定义旋转，可以使用自定义 1 和自定义 2，具有 CUST_ROT1_ROLL/PIT/YAW 或 CUST_ROT2_ROLL/PIT/YAW 角度。

			33：滚动 270 滚动 90 34：滚动 270 滚动 180 35：滚动 270 滚动 270 36：偏航 90 滚动 180 滚动 90 37：偏航 270 滚动 90 38：偏航 293 俯仰 68 滚动 180 39：俯仰 315 40：俯仰 315 滚动 90 42：滚动 45 43：滚动 315 100：自定义 4.1 及更早版本 101：自定义 1 102：自定义 2	
AHRS_RP_P	0.2		0.1 0.4	这控制加速度计校正姿态的速度
AHRS_TRIM_X	-0.007305325	rad	-0.1745 +0.1745	补偿控制板和框架之间的横滚角差。正值使无人机右转。
AHRS_TRIM_Y	0.01337412	rad	-0.1745 +0.1745	补偿控制板和框架之间的俯仰角差。正值使无人机向上/向后俯仰。
AHRS_TRIM_Z	0	rad	-0.1745 +0.1745	未使用
AHRS_WIND_MAX	0	m/s	0 127	这设置了地面速度和空速之间的最大允许差值。值为零表示按原样使用空速。这允许飞机通过将空速传感器剪裁到地面速度正负此限制来应对故障的空速传感器。请参阅禁用空速传感器的 ARSPD_OPTIONS 和 ARSPD_WIND_MAX。
AHRS_YAW_P	0.2		0.1 0.4	这控制了指南针或 GPS 在航向上的权重。较高的值意味着航向将更快地跟踪偏航源（GPS 或指南针）。
ALT_HOLD_FBWCM	0	cm		这是 FBWB 和 CRUISE 模式允许的最低高度（以厘米为单位）（高于 home 点）。如果尝试下降到此高度以下，那么飞机将趋于平稳。如果在这些模式下低于此高度，它也将迫使爬升到此高度。值为零表示没有限制。
ALT_HOLD_RTL	10000	cm		RTL 模式的目标高度高于家庭高度。如果设置为 -1，则保持当前高度。如果飞机没有

				返航，则使用集结点高度。
ALT_OFFSET	0	m	-32767 32767	这在自动飞行中被添加到目标高度。它可用于向任务添加全局高度偏移
ARMING_ACCTHRESH	0.75	m/s/s	0.25 3.0	加速度计误差阈值，用于确定不一致的加速度计。将此误差范围与其他加速度计进行比较，以检测硬件或校准误差。较低的值意味着更严格的检查和更难通过解锁检查。并非所有加速度计都是一样的。
ARMING_CHECK	0			在解锁电机之前进行检查。这是在允许解锁之前将执行的检查的位掩码。对于大多数用户，建议将其保留为默认值 1（启用所有检查）。您可以通过将每种检查类型的值相加来设置此参数，从而选择您喜欢的任何检查。例如，要仅在具有 GPS 锁定且没有 RC 故障保护时才允许解锁，您可以将 ARMING_CHECK 设置为 72。
ARMING_MIS_ITEMS	0			为解锁飞机而需要计划的任务项目的位掩码
ARMING_OPTIONS	0		0：无 1：禁用预解锁显示 2：状态更改时不发送状态文本	可用于改变解锁行为的选项
ARMING_REQUIRE	1		0：禁用 1：上锁时最小 PWM 2：0 PWM	在满足某些要求之前禁用解锁。如果为 0，则没有要求（立即解锁）。 如果为 1，则在上锁时将最小油门 PWM 值发送到油门通道。如果为 2，则在上锁时向油门通道发送 0 PWM（无信号）。在启用了内燃机并在 ICE_OPTIONS 中设置了上锁时油门选项的飞机上，电机在上锁时将始终 THR_MIN。当满足所有必填项和 ARMING_CHECK 项时，将使用舵杆解锁（如果启用）或 GCS 命令进行解锁。请注意，

				当此参数设置为 0 时，需要重新启动才能立即解锁飞机。
ARMING_RUDDER	2		0：禁用 1：解锁仅 2：解锁或上锁	允许通过方向舵输入解锁/上锁。启用后，可以用右舵进行解锁，用左舵上锁。方向舵解锁仅在油门处于零 +- 死区（RCx_DZ） 时起作用。根据无人机类型，可以防止在某些模式下解锁。请参阅每辆车的 wiki。如果允许在自动油门模式下解锁，建议在解锁时小心！
ARSPD_AUTOCAL	0			在校准飞行期间，根据对地面速度和真实空速的估计，自动调整空速比。如果变化> 5%，则每 2 分钟保存一次新比率。不应保持启用状态。
ARSPD_BUS	1		0：总线 0 1：总线 1 2：总线 2	连接空速传感器的 I2C 总线的总线号。可能与主板的 I2C 总线编号标签不对应。如果空速传感器初始化失败，请重试另一条总线并重新启动。
ARSPD_DEVID	0			空速传感器 ID，考虑其类型、总线和实例
ARSPD_FBW_MAX	22	m/s	5 100	自动油门模式下所需的最大空速。应将 THR_MAX 时的飞行速度设置为略低于水平飞行速度，并且至少高于 ARSPD_FBW_MIN 50%，以实现准确的 TECS 高度控制。
ARSPD_FBW_MIN	9	m/s	5 100	自动油门模式下所需的最小空速。应设置为比水平飞行失速速度高 20%。
ARSPD_OFFSET	0			空速校准偏移
ARSPD_OPTIONS	11			用于空速的选项的位掩码。0：根据空速/地速不匹配禁用使用（见 ARSPD_WIND_MAX）， 1：根据空速/地速不匹配恢复自动重新启用使用（见 ARSPD_WIND_MAX） 2：禁用电压校正， 3：检查空速

				是否与使用 EKF3 的导航 EKF 无人机和风速估计值在统计上一致（需要 AHRS_EKF_TYPE = 3）
ARSPD_PIN	15			空速传感器连接到模拟传感器的引脚号。在 Pixhawk 上设置为 15 用于模拟空速端口。
ARSPD_PRIMARY	0		0：第一传感器 1：第二传感器	如果找到多个传感器，这将选择哪个空速传感器将成为主传感器
ARSPD_PSI_RANGE	1			此参数允许您设置传感器的 PSI（磅/平方英寸）范围。除非检查设备的数据表，否则不应更改此设置
ARSPD_RATIO	1.9936			校准皮托管压力与速度。增加此值将表明在任何给定的动态压力下具有更高的空速。
ARSPD_SKIP_CAL	0		0：禁用 1：启用	此参数允许您在启动时跳过空速偏移校准，而是使用上次校准的偏移量。如果传感器的飞行之间的偏移差异较低，并且您希望避免必须覆盖每个靴子上的皮托管，则这可能是可取的。
ARSPD_TUBE_ORDER	2		0：正常 1：交换 2：自动检测	此参数允许您控制管子连接到皮托管的顺序是否重要。如果将其设置为 0，则传感器上的第一个（通常是顶部）连接器需要是静压力（皮托管尖端的压力）。如果设置为 1，则第二个（通常是底部）连接器需要是静压力。如果设置为 2（默认值），则空速驱动程序将接受任一顺序。您可能希望指定订单的原因是，它将允许您的空速传感器检测飞机在静态端口上是否与停滞端口相比受到过大的压力，例如在失速期间，否则这将被视为正空速。
ARSPD_TYPE	1		0：无 1：I2C-MS4525D0 2：模拟 3：I2C-MS5525 4：I2C-MS5525 （0x76） 5：	空速传感器的类型

			I2C-MS5525 （0x77） 6：I2C-SDP3X 7：I2C-DLVR-5 输入 8：无人机 CAN 9：I2C-DLVR-10 输入 10：I2C-DLVR-20 输入 11：I2C-DLVR-30 输入 12：I2C-DLVR-60 输入 13：NMEA 水速 14：MSP 15：ASP5033 16：外部 AHRS 100：SITL	
ARSPD_USE	0		0：不使用 1：使用 2：零油门时使用	启用自动油门模式的空速使用，并取代 THR_TRIM 控制。如果设置为 0，则继续显示和记录空速。如果设置为 1，则使用空速进行控制。如果设置为 0，则仅在油门 =2 时才使用空速（适用于螺旋桨后面带有空速传感器的滑翔机）。
ARSPD_WIND_GATE	5		0.0 10.0	应用于重新启用 EKF 一致性检查的标准偏差数，该检查在设置 ARSPD_OPTIONS 位位置 3 时使用。较大的值将使空速传感器的重新启用速度更快，但会增加重新启用降级传感器的可能性。可以使用 ARSP.TR 日志消息调整该值，方法是将 ARSPD_WIND_GATE 设置为高于使用正常空速传感器观察到的 ARSP.TR 值的值。如果持续时间小于 5 秒且占空比小于 10%，则可以容忍高于 ARSPD_WIND_GATE 设定值的 ARSP.TR 的偶发瞬变。
ARSPD_WIND_MAX	0	m/s		如果空速和地面速度之间的差值大于此值，则传感器将被标记为不正常。使用此运行状况值 ARSPD_OPTION 可用于禁用传感器。
ARSPD_WIND_WARN	0	m/s		如果空速和 GPS 速度之间的差值大于此值，传感器将发出警告。如果使用 0 ARSPD_WIND_MAX。

ARSPD2_TYPE	0		0：无 1：I2C-MS4525D0 2：模拟 3：I2C-MS5525 4：I2C-MS5525 （0x76） 5：I2C-MS5525 （0x77） 6：I2C-SDP3X 7：I2C-DLVR-5 输入 8：无人机 CAN 9：I2C-DLVR-10 输入 10：I2C-DLVR-20 输入 11：I2C-DLVR-30 输入 12：I2C-DLVR-60 输入 13：NMEA 水速 14：MSP 15：ASP5033 16：外部 AHRS 100：SITL	空速传感器的类型
AUTOTUNE_LEVEL	6		0 10	俯仰和滚动 PID 增益的侵略性水平。较低的值会导致“更柔和”的曲调。对于大多数飞机，建议使用 6 级。值为 0 表示保留控制器的 RMAX 和 TCONST 的当前值，仅调整 PID 值
AVD_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	使用 ADSB 启用回避
BARO_ALT_OFFSET	0	m		海拔偏移量（以米为单位）添加到气压高度。这用于允许配备气压计的地面站自动调整基本气压高度。该值被添加到飞机读取的气压高度中。当气压计在每次重新启动时校准或执行飞行前校准时，它会自动重置为 0。
BARO_ALTERR_MAX	2000	m	0 5000	这是 GPS 高度和气压高度之间可接受的最大高度差异，根据标准大气计算，以便解锁检查通过。如果由于此参数而出现解锁错误，则可能是气压计有故障或已更换。一个常见的问题是供应商将“Pixhawk”中的 MS5611 替换为 MS5607。如果您遇到该问题，请参阅 BARO_OPTIONS 参数以强制将 MS5611 视为 MS5607。如果该值为零，则禁用此检查。
BARO_E	-1		-1：禁用 0：总线 0 1：总	这将选择用于查找 I2C 气压

XT_BUS			线 1 6：总线 6	计的总线编号。当设置为 -1 时，它将根据 BARO_PROBE_EXT 参数探测所有外部 i2c 总线。
BARO_FIELD_ELV	0	m		用户提供的字段高程（以米为单位）。这用于改进无人机所处高度的计算。此参数不是永久性的，每次重新启动无人机时都会重置为 0。对此参数的更改仅在上锁时使用。值为 0 表示 EKF 原点高度用于海拔以上的起飞高度。
BARO_FLTR_RNG	0	%	0 100	这将围绕新样本必须处于的平均值附近设置范围才能被接受。这有助于减少噪声对长 I2C 电缆上的传感器的影响。该值是平均值的百分比。如果值为零，则禁用此筛选器。
BARO_GND_TEMP	0	degC		用户提供的环境地面温度（以摄氏度为单位）。这用于改进无人机所处高度的计算。此参数不是永久性的，每次重新启动无人机时都会重置为 0。值为 0 表示使用内部测量环境温度。
BARO_OPTIONS	0			气压计选项
BARO_PRIMARY	0		0：第一气压计 1：第二气压计 2：第三气压计	如果找到多个气压计，这将选择哪个气压计将成为主要气压计
BARO_PROBE_EXT	0			这将设置要查找的外部 i2c 气压计类型。它是气压计类型的位掩码。探测的 I2C 总线基于 BARO_EXT_BUS。如果 BARO_EXT_BUS 为 -1，则它将探测所有外部总线，否则它将仅探测 BARO_EXT_BUS 中给出的总线编号。
BARO1_DEVID	721186			气压计传感器 ID，考虑其类型、总线和实例
BARO1_GND_PRESS	89683.15	Pa		校准的地面压力，单位为帕斯卡

BARO1_WCF_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	这样就可以使用风系数进行气压计补偿
BARO2_DEVID	0			气压计 2 传感器 ID，考虑其类型、总线和实例
BARO2_GND_PRESS	0	Pa		校准的地面压力，单位为帕斯卡
BARO2_WCF_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	这样就可以使用风系数进行气压计补偿
BARO3_DEVID	0			气压计 3 传感器 ID，考虑其类型、总线和实例
BARO3_GND_PRESS	0	Pa		校准的地面压力，单位为帕斯卡
BARO3_WCF_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	这样就可以使用风系数进行气压计补偿
BATT_AMP_OFFSET	0	V		模拟传感器电流传感器零电流时的电压偏移。对于合成电流传感器，此偏移量为零节流系统电流，并添加到计算出的节流基电流中。
BATT_AMP_PERVLT	24	A/V		电流传感器上的 1V 读数对应的安培数。对于使用 3DR 电源模块的 Pixhawk，应将其设置为 17。对于带有 3DR 4in1 ESC 的 Pixhawk，这应该是 17。对于合成电流传感器监视器，这是最大、全油门电流消耗。
BATT_ARM_MAH	0	mAh		解锁飞机所需的剩余电池容量。设置为 0 以允许以任何容量解锁。请注意，除了智能电池重新启动无人机外，将始终重置剩余容量估计，这可能导致此检查无法提供足够的保护，建议始终将其与 BATT__ARM_VOLT 参数结合使用。
BATT_ARM_VOLT	0	V		电池电压 tage 水平，这是武装飞行器所需的水平。设置为 0 以允许在任何电压下解锁。

BATT_CAPACITY	3300	mAh		充满时电池容量(以 mAh 为单位)
BATT_CRT_MAH	0	mAh		触发关键电池故障保护的电池容量。设置为 0 可禁用剩余电池故障保护。如果电池容量低于此水平,无人机将执行 BATT__FS_CRT_ACT 参数指定的故障保护。
BATT_CRT_VOLT	0	V		触发关键电池故障保护的电池电压。设置为 0 可禁用。如果电池电压持续低于该电压超过 BATT_LOW_TIMER 参数指定的时间,则无人机将执行 BATT_FS_CRT_ACT 参数指定的故障保护。
BATT_CURR_PIN	1			-1 ：禁用 3 ：Pixhawk/Pixracer/Navio2/Pixhawk2_PM1 4 ：CubeOrange_PM2/Navigator 14：Pixhawk2_PM2 15：立方橙 17：杜兰达尔 101：PX4-v1
BATT_FS_CRT_ACT	0		0：无 1：RTL 2：陆地 3：终止 4：QLand 5：降落伞 6：游荡到 QLand	如果无人机到关键的电池故障保护装置,它应该采取什么行动
BATT_FS_LOW_ACT	0		0：无 1：RTL 2：土地 3：终止 4：QLand 6：游荡到 QLand	如果无人机遇到电池电量不足的故障保护,无人机应采取什么措施
BATT_FS_VOLTSRC	0		0：原始电压 1：电压骤降补偿电压	用于检测低电压事件的电压类型
BATT_LOW_MAH	0	mAh		触发低电量故障保护的电池容量。设置为 0 可禁用剩余电池故障保护。如果电池容量低于此水平，无人机将执行 BATT_FS_LOW_ACT 参数指定的故障保护。
BATT_LOW_TIMER	10	s	0 120	这是触发低电压事件之前的超时时间（以秒为单位）。对于具有低 C 电池的飞机，可能需要提高此值以应对长距离起飞时的低电压。值为零时禁用低电压误差。

BATT_LOW_VOLT	0	V		触发低电池故障保护的电池电压。设置为 0 可禁用。如果电池电压持续低于此电压超过 BATT_LOW_TIMER 参数指定的时间，则无人机将执行 BATT_FS_LOW_ACT 参数指定的故障保护。
BATT_MONITOR	3		0：禁用 3：仅模拟电压 4：模拟电压和电流 5：独奏 6：贝波普 7：SMBus-通用 8：无人机 CAN 电池信息 9：电调 10：所选显示器的总和 11：燃油流量 12：燃油液位 PWM 13：SMBUS-SUI3 14：SMBUS-SUI6 15：新设计 16：SMBus-麦克赛尔 17：发电机-电子 18：发电机燃料 19：旋转 20：MPPT 21：INA2XX 22：LTC2946 23：Torqeedo 24：FuelLevel 模拟 25：合成电流和模拟电压 26：INA239_SPI 27：EFI 28：AD7091R5 29：脚本	控制装置可监控电池的电压和电流
BATT_OPTIONS	0			这将设置更改电池监视器行为的选项
BATT_SERIAL_NUM	-1			电池序列号，SMBus 电池自动填写，否则为-1。有了 DroneCan，它就是 battery_id。
BATT_VLT_OFFSET	0	V		电压引脚上的电压偏移。这允许由于二极管而产生偏移。在施加缩放之前减去该电压。
BATT_VOLT_MULT	19.47			用于将电压检测引脚（BATT_VOLT_PIN）的电压转换为实际电池的电压（pin_voltage*VOLT_MULT）。对于带有 Pixhawk 的 3DR 电源模块，应将其设置为 10.1。对于带有 3DR 4in1 ESC 的 Pixhawk，这应该是 12.02。对于使用 PX4IO 电源的 PX，应将其设置为 1。
BATT_V	0			-1：禁用 2：

OLT_PIN				Pixhawk/Pixracer/Navio2/Pixhawk2_PM1 5：导航员 13：Pixhawk2_PM2/CubeOrange_PM2 14：立方体橙 16：杜兰达尔 100：PX4-v1
BATT_WATT_MAX	0	W		如果电池瓦数（电压 * 电流）超过此值，则系统将降低最大油门（反向推力为 THR_MAX、TKOFF_THR_MAX 和 THR_MIN）以满足此限制。这有助于将高电流限制在低 C 级电池上，而不管电池电压如何。最大油门将缓慢增长回 THR_MAX（或 TKOFF_THR_MAX），如果要求当前最大值且低于最大瓦特，则 THR_MIN。使用 0 禁用。
BATT2_MONITOR	0		0：禁用 3：仅模拟电压 4：模拟电压和电流 5：独奏 6：贝波普 7：SMBus-通用 8：无人机 CAN 电池信息 9：电调 10：所选显示器的总和 11：燃油流量 12：燃油液位 PWM 13：SMBUS-SUI3 14：SMBUS-SUI6 15：新设计 16：SMBus-麦克赛尔 17：发电机-电子 18：发电机燃料 19：旋转 20：MPPT 21：INA2XX 22：LTC2946 23：Torqeedo 24：FuelLevel 模拟 25：合成电流和模拟电压 26：INA239_SPI 27：EFI 28：AD7091R5 29：脚本	控制装置可监控电池的电压和电流
BATT3_MONITOR	0		0：禁用 3：仅模拟电压 4：模拟电压和电流 5：独奏 6：贝波普 7：SMBus-通用 8：无人机 CAN 电池信息 9：电调 10：所选显示器的总和 11：燃油流量 12：燃油液位 PWM 13：	控制装置可监控电池的电压和电流

			SMBUS-SUI3 14：SMBUS-SUI6 15：新设计 16：SMBus-麦克赛尔 17：发电机-电子 18：发电机燃料 19：旋转 20：MPPT 21：INA2XX 22：LTC2946 23：Torqeedo 24：FuelLevel 模拟 25：合成电流和模拟电压 26：INA239_SPI 27：EFI 28：AD7091R5 29：脚本	
BATT4_MONITOR	0		0：禁用 3：仅模拟电压 4：模拟电压和电流 5：独奏 6：贝波普 7：SMBus-通用 8：无人机 CAN 电池信息 9：电调 10：所选显示器的总和 11：燃油流量 12：燃油液位 PWM 13：SMBUS-SUI3 14：SMBUS-SUI6 15：新设计 16：SMBus-麦克赛尔 17：发电机-电子 18：发电机燃料 19：旋转 20：MPPT 21：INA2XX 22：LTC2946 23：Torqeedo 24：FuelLevel 模拟 25：合成电流和模拟电压 26：INA239_SPI 27：EFI 28：AD7091R5 29：脚本	控制装置可监控电池的电压和电流
BATT5_MONITOR	0		0：禁用 3：仅模拟电压 4：模拟电压和电流 5：独奏 6：贝波普 7：SMBus-通用 8：无人机 CAN 电池信息 9：电调 10：所选显示器的总和 11：燃油流量 12：燃油液位 PWM 13：SMBUS-SUI3 14：SMBUS-SUI6 15：新设计 16：SMBus-麦克赛尔 17：发电机-电子 18：发电机燃料 19：旋转 20：MPPT 21：INA2XX 22：LTC2946 23：Torqeedo 24：FuelLevel 模拟 25：合成电流和模拟电	控制装置可监控电池的电压和电流

			压 26：INA239_SPI 27：EFI 28：AD7091R5 29：脚本	
BATT6_MONITOR	0		0：禁用 3：仅模拟电压 4：模拟电压和电流 5：独奏 6：贝波普 7：SMBus-通用 8：无人机 CAN 电池信息 9：电调 10：所选显示器的总和 11：燃油流量 12：燃油液位 PWM 13：SMBUS-SUI3 14：SMBUS-SUI6 15：新设计 16：SMBus-麦克赛尔 17：发电机-电子 18：发电机燃料 19：旋转 20：MPPT 21：INA2XX 22：LTC2946 23：Torqeedo 24：FuelLevel 模拟 25：合成电流和模拟电压 26：INA239_SPI 27：EFI 28：AD7091R5 29：脚本	控制装置可监控电池的电压和电流
BATT7_MONITOR	0		0：禁用 3：仅模拟电压 4：模拟电压和电流 5：独奏 6：贝波普 7：SMBus-通用 8：无人机 CAN 电池信息 9：电调 10：所选显示器的总和 11：燃油流量 12：燃油液位 PWM 13：SMBUS-SUI3 14：SMBUS-SUI6 15：新设计 16：SMBus-麦克赛尔 17：发电机-电子 18：发电机燃料 19：旋转 20：MPPT 21：INA2XX 22：LTC2946 23：Torqeedo 24：FuelLevel 模拟 25：合成电流和模拟电压 26：INA239_SPI 27：EFI 28：AD7091R5 29：脚本	控制装置可监控电池的电压和电流
BATT8_MONITOR	0		0：禁用 3：仅模拟电压 4：模拟电压和电流 5：独奏 6：贝波普 7：SMBus-通用 8：无人机 CAN 电池信息 9：电调 10：所选显示器的	控制装置可监控电池的电压和电流

			总和 11：燃油流量 12：燃油液位 PWM 13：SMBUS-SUI3 14：SMBUS-SUI6 15：新设计 16：SMBus-麦克赛尔 17：发电机-电子 18：发电机燃料 19：旋转 20：MPPT 21：INA2XX 22：LTC2946 23：Torqeedo 24：FuelLevel 模拟 25：合成电流和模拟电压 26：INA239_SPI 27：EFI 28：AD7091R5 29：脚本	
BATT9_MONITOR	0		0：禁用 3：仅模拟电压 4：模拟电压和电流 5：独奏 6：贝波普 7：SMBus-通用 8：无人机 CAN 电池信息 9：电调 10：所选显示器的总和 11：燃油流量 12：燃油液位 PWM 13：SMBUS-SUI3 14：SMBUS-SUI6 15：新设计 16：SMBus-麦克赛尔 17：发电机-电子 18：发电机燃料 19：旋转 20：MPPT 21：INA2XX 22：LTC2946 23：Torqeedo 24：FuelLevel 模拟 25：合成电流和模拟电压 26：INA239_SPI 27：EFI 28：AD7091R5 29：脚本	控制装置可监控电池的电压和电流
BRD_BOOT_DELAY	0	ms	0 10000	这增加了启动延迟（以毫秒为单位），以确保外设完全初始化
BRD_OPTIONS	1			特定于主板的选项标志
BRD_RTC_TYPES	1			指定将接受哪些 UTC 时间源
BRD_RTC_TZ_MIN	0		-720 +840	添加从 UTC 开始的 +- 分钟的偏移量以计算本地时间
BRD_SAFETY_MASK	0			位掩码，用于控制在未按下安全开关时哪些输出可以移动

BRD_SAFETYENABLE	0		0：禁用 1：启用	这将控制启动时安全开关的默认状态。当设置为 1 时，安全开关将在启动时以安全状态启动（闪烁）。当设置为零时，安全开关将在启动时以不安全状态（常亮）启动。请注意，如果安装了安全开关，用户仍然可以在启动后使用该开关控制安全状态。也可以使用 MAVLink 消息在软件中控制安全状态。
BRD_SAFETYOPTION	3			这将控制安全按钮的激活。它允许您控制安全按钮是否可用于安全启用和/或禁用，以及该按钮是否仅在上锁时处于活动状态
BRD_SD_SLOWDOWN	0		0 32	这是减慢 microSD 操作速度的比例因子。它可以用于全速不可靠的飞行板和 microSD 卡组合。对于正常的全速运行，应使用值 0。
BRD_SERIAL_NUM	0		-8388608 8388607	用户自定义的无人机序列号，它可以是您想要的任何任意编号，对自动驾驶仪没有影响
BRD_TYPE	24		0：自动 0:AUTO 1:PX4V1 2:Pixhawk 3:Cube/Pixhawk2 4:Pixracer 5:PixhawkMini 6:Pixhawk2Slim 13:Intel Aero FC 14:Pixhawk Pro 20:AUAV2.1 21:PCNC1 22:MINDPXV2 23:SP01 24:CUAVv5/FMUV5 30:VRX BRAIN51 32:VRX BRAIN52 33:VRX BRAIN52E 34:VRX UBRAIN51 35:VRX UBRAIN52 36:VRX CORE10 38:VRX BRAIN54 39:PX4 FMUV6 100:PX4 OLDDRIVERS	这允许选择 PX4 或 VRBRAIN 板类型。如果设置为零，则自动检测电路板类型（PX4）
BRD_VBUS_MIN	4.3	V	4.0 5.5	自动驾驶仪电源轨上的最小电压，以允许飞机解锁。0 禁用检查。

BTN_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	这将启用按钮检查模块。禁用此功能后，用于设置按钮输入的参数不可见
CAM_AUTO_ONLY	0		0：始终 1：仅在自动状态下	启用后，仅在自动模式下按距离触发。
CAM_DURATION	10	ds	0 50	快门将在 10 秒内保持打开多长时间（即输入 10 表示 1 秒，输入 50 表示 5 秒）
CAM_FEEDBACK_PIN	-1		-1：禁用 50：AUX1 51：AUX2 52：AUX3 53：AUX4 54：AUX5 55：AUX6	用于保存准确的相机反馈消息的 PIN 码。如果设置为 -1，则不要为此使用引脚标志，否则这是一个引脚编号，如果在图片触发顺序后保持高位，则在相机真正拍照时将保存相机消息。需要一个通用的相机热靴。引脚应保持高电平至少 2 毫秒，以便可靠地进行触发检测。 给出了一些通用值，但请参阅 Wiki 的“GPIO”页面，了解如何确定给定自动驾驶仪的引脚号。另请参阅 CAM_FEEDBACK_POL 选项。
CAM_FEEDBACK_POL	1		0：触发低 1：触发高	反馈引脚的极性。如果该值为 1，则反馈引脚在触发时应变为高电平。如果设置为 0，则它应该变为低电平
CAM_MAX_ROLL	0	deg	0 180	如果滚动大于限制，则推迟拍摄。（0=禁用，无论滚动如何都会射击）。
CAM_MIN_INTERVAL	0	ms	0 10000	如果上一张照片的拍摄时间少于预设时间（ms），则推迟拍摄。
CAM_RC_TYPE	0		0：禁用 1：RunCam Split Micro/RunCam with UART 2：RunCam Split 3：RunCam Split4 4k 4 ： RunCam Hybrid/RunCam Thumb Pro 5：RunCam 2 4k	RunCam 设备类型，用于确定 OSD 菜单结构和快门选项。
CAM_RELAY_ON	1		0：低 1：高	这设置继电器在触发时是变为高电平还是变低。请注意，您还应该为您的相机设置适

				当的 RELAY_DEFAULT
CAM_SERVO_OFF	1100	PWM	1000 2000	PWM 值（以微秒为单位），用于在关闭快门时将舵机移动到微秒
CAM_SERVO_ON	1300	PWM	1000 2000	PWM 值（以微秒为单位），用于在快门激活时将伺服移动到该值
CAM_TRIGG_DIST	0	m	0 1000	相机触发器之间的距离（以米为单位）。如果此值不为零，则无论 APM 处于何种模式，只要位置变化此米数，相机就会触发。请注意，也可以使用 DO_SET_CAM_TRIGG_DIST 命令在自动任务中设置此参数，允许您在飞行过程中启用/禁用相机的触发。
CAM_TRIGG_TYPE	0		0：舵机 1：继电器 2：GoPro in Solo 云台	如何触发相机拍照
CAM_TYPE	0		0：默认 1：BMMCC	设置正在使用的相机类型，某些相机具有需要进一步配置的自定义功能，这样就可以实现。
CAN_D1_PROTOCOL	1		0:Disabled 1:DroneCAN 4:PiccoloCAN 6:EFI_NWPMU 7:USD1 8:KDECAN 10:Scripting 11:Benewake 12:Scripting2 13:TOFSenseP 14:NanoRadar_NRA24	启用此选项将启动将使用此虚拟驱动程序的选定协议
CAN_D2_PROTOCOL	1		0:Disabled 1:DroneCAN 4:PiccoloCAN 6:EFI_NWPMU 7:USD1 8:KDECAN 10:Scripting 11:Benewake 12:Scripting2 13:TOFSenseP 14:NanoRadar_NRA24	启用此选项将启动将使用此虚拟驱动程序的选定协议
CAN_LOGLEVEL	0		0 40：无日志 1：记录错误 2：记录警告及以下 3：记录信息及以下 4：记录所有内容	日志级别，用于记录来自 CAN 接口的初始化和调试信息
CAN_P1_DRIVER	0		0：禁用 1：第一驱动程序 2：第二驱动程序 3：第三	启用此选项可使用 CAN 总线。

			驱动程序	
CAN_P2_DRIVER	0		0：禁用 1：第一驱动程序 2：第二驱动程序 3：第三驱动程序	启用此选项可使用 CAN 总线。
CAN_SLCAN_CPORT	0		0：禁用 1：第一个接口 2：第二个接口	要路由到 SLCAN 的 CAN 接口 ID，0 表示无路由
CAN_SLCAN_SDELAY	1	0 127		设置 SERNUM 后 slcan 启动的持续时间（以秒为单位）。
CAN_SLCAN_SERNUM	-1		-1：禁用 0：串行 0 1：串行 1 2：串行 2 3：串行 3 4：串行 4 5：串行 5 6：串行 6	用于临时 SLCAN iface 的串行端口 ID，-1 表示没有临时串行。此参数在重新启动或超时时自动重置。有关超时详细信息，请参阅 CAN_SLCAN_TIMOUT
CAN_SLCAN_TIMOUT	0		0 127	处于非活动状态的持续时间，在此之后，SLCAN 将在几秒钟内切换回原始驱动程序。
CHUTE_ENABLED	0		0：禁用 1：启用	启用或禁用降落伞释放
COMPASS_AUTO_ROT	0		0：禁用 1：仅检查 2：检查和修复 3：使用相同的公差自动旋转 45 度旋转	启用后，这将在成功完成指南针校准后自动检查指南针的方向。如果设置为 2，则外部罗盘的方向将自动校正。
COMPASS_AUTODEC	1		0：禁用 1：启用	启用或禁用基于 GPS 位置的磁偏角自动计算
COMPASS_CAL_FIT	16		4 324：非常严格 8：严格 16：默认 32：放松	这控制了成功校准指南针所需的适应度水平。值越低，拟合越严格（通过的可能性越小）。这是用于主磁力计的值。其他磁力计的值是其两倍。
COMPASS_DEC	0	rad	-3.142 3.142	在真北和磁北之间补偿的角度
COMPASS_DEV_ID	658945			指南针设备 ID。 自动检测，无需手动设置
COMPASS_DEV_ID2	0			第二个指南针的设备 ID。自动检测，无需手动设置
COMPASS_DEV_I	0			第三个指南针的设备 ID。自动检测，无需手动设置

D3				
COMPASS_DEV_ID4	0			额外的第 4 个指南针的设备 ID。 自动检测，无需手动设置
COMPASS_DEV_ID5	0			额外的第 5 个指南针的设备 ID。 自动检测，无需手动设置
COMPASS_DEV_ID6	0			额外的第 6 个指南针的设备 ID。 自动检测，无需手动设置
COMPASS_DEV_ID7	0			额外的第 7 个指南针的设备 ID。 自动检测，无需手动设置
COMPASS_DEV_ID8	0			额外的第 8 个指南针的设备 ID。 自动检测，无需手动设置
COMPASS_DIA_X	1			罗盘软铁校准矩阵中的 DIA_X：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_DIA_Y	1			罗盘软铁校准矩阵中的 DIA_Y：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_DIA_Z	1			罗盘软铁校准矩阵中的 DIA_Z：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_DIA2_X	1			DIA_X Compass2 软铁校准矩阵：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_DIA2_Y	1			DIA_Y Compass2 软铁校准矩阵：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_DIA2_Z	1			DIA_Z Compass2 软铁校准矩阵：[[DIA_X、ODI_X、

				ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_DIA3_X	1			DIA_X Compass3 软铁校准矩阵：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_DIA3_Y	1			DIA_Y Compass3 软铁校准矩阵：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_DIA3_Z	1			DIA_Z Compass3 软铁校准矩阵：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_ENABLE	1		0：禁用 1：启用	将其设置为 Enabled（1） 将启用指南针。将其设置为 Disabled（0） 将禁用指南针。请注意，这与 COMPASS_USE 是分开的。这将启用低电平传感器，并启用磁力计数据的记录。要使用指南针进行导航，还必须将 COMPASS_USE 设置为 1。
COMPASS_EXTERN2	0		0：内部 1：外部 2：强制外部	配置第二个指南针，使其连接到外部。这在大多数主板上都是自动检测的。如果设置为 0 或 1，则通过总线连接自动检测可以覆盖该值。如果设置为 2，则自动检测将被禁用。
COMPASS_EXTERN3	0		0：内部 1：外部 2：强制外部	配置第三个指南针，使其连接到外部。这在大多数主板上都是自动检测的。如果设置为 0 或 1，则通过总线连接自动检测可以覆盖该值。如果设置为 2，则自动检测将被禁用。
COMPASS_EXTERNAL	0		0：内部 1：外部 2：强制外部	配置指南针，使其连接到外部。这在大多数主板上都是自动检测的。如果指南针是外部连接的，则设置为 1。当外部连接时，COMPASS_ORIENT

				选项独立于 AHRS_ORIENTATION 板方向选项运行。如果设置为 0 或 1，则通过总线连接自动检测可以覆盖该值。如果设置为 2，则自动检测将被禁用。
COMPASS_FLTR_RNG	0	%	0 100	这将围绕新样本必须处于的平均值附近设置范围才能被接受。这有助于减少噪声对长 I2C 电缆上的传感器的影响。该值是平均值的百分比。如果值为零，则禁用此筛选器。
COMPASS_LEARN	0		0：禁用 1：内部学习 2：EKF 学习 3：飞行学习	启用或禁用指南针偏移的自动学习。您可以使用仅适用于固定翼飞机的仅指南针方法或使用主动 EKF 状态估计器学习的偏移量来启用学习。如果启用此选项，则在上锁无人机时会保存学习到的偏移量。如果启用了 InFlight 学习，则指南针会在飞行开始后自动开始学习（必须解锁）。在 InFlight 学习运行时，您不能使用位置控制模式。
COMPASS_MOT_X	0	mGauss/A	-1000 1000	乘以当前油门并添加到指南针的 x 轴值以补偿电机干扰（每安培或全油门时的偏移量）
COMPASS_MOT_Y	0	mGauss/A	-1000 1000	乘以当前油门并添加到指南针的 y 轴值以补偿电机干扰（每安培或全油门时的偏移量）
COMPASS_MOT_Z	0	mGauss/A	-1000 1000	乘以当前油门并添加到指南针的 z 轴值以补偿电机干扰（每安培或全油门时的偏移量）
COMPASS_MOT2_X	0	mGauss/A	-1000 1000	乘以当前油门并添加到 compass2 的 x 轴值以补偿电机干扰（每安培或全油门时的偏移量）
COMPASS_MOT2_Y	0	mGauss/A	-1000 1000	乘以当前节流阀并添加到 compass2 的 y 轴值以补偿电机干扰（每安培或全油门时的偏移量）

COMPASS_MOT2_Z	0	mGauss/A	-1000 1000	乘以当前节流阀，然后添加到 compass2 的 z 轴值以补偿电机干扰（每安培或全油门时的偏移量）
COMPASS_MOT3_X	0	mGauss/A	-1000 1000	乘以当前节流并添加到 compass3 的 x 轴值以补偿电机干扰（每安培或全油门时的偏移量）
COMPASS_MOT3_Y	0	mGauss/A	-1000 1000	乘以当前节流阀并添加到 compass3 的 y 轴值以补偿电机干扰（每安培或全油门时的偏移量）
COMPASS_MOT3_Z	0	mGauss/A	-1000 1000	乘以当前节流阀并添加到 compass3 的 z 轴值以补偿电机干扰（每安培或全油门时的偏移量）
COMPASS_MOTCT	0		0：禁用 1：使用油门 2：使用电流	将电机干扰补偿类型设置为禁用、油门或电流。 请勿手动更改。
COMPASS_ODI_X	0			罗盘软铁校准矩阵中的 ODI_X：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_ODI_Y	0			罗盘软铁校准矩阵中的 ODI_Y：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_ODI_Z	0			罗盘软铁校准矩阵中的 ODI_Z：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_ODI2_X	0			ODI_X Compass2 软铁校准矩阵：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_ODI2_Y	0			ODI_Y Compass2 软铁校准矩阵：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]

COMPASS_ODI2_Z	0			ODI_Z Compass2 软铁校准矩阵：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_ODI3_X	0			ODI_X Compass3 软铁校准矩阵：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_ODI3_Y	0			ODI_Y Compass3 软铁校准矩阵：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_ODI3_Z	0			ODI_Z Compass3 软铁校准矩阵：[[DIA_X、ODI_X、ODI_Y]、[ODI_X、DIA_Y、ODI_Z]、[ODI_Y、ODI_Z、DIA_Z]]
COMPASS_OFFS_MAX	1800		500 3000	这将设置校准和解锁检查中允许的最大罗盘偏移量
COMPASS_OFS_X	0	mGauss	-400 400	要添加到罗盘 x 轴值的偏移量，以补偿框架中的金属
COMPASS_OFS_Y	0	mGauss	-400 400	要添加到罗盘 y 轴值的偏移量，以补偿框架中的金属
COMPASS_OFS_Z	0	mGauss	-400 400	要添加到罗盘 z 轴值的偏移量，以补偿框架中的金属
COMPASS_OFS2_X	0	mGauss	-400 400	将偏移量添加到 compass2 的 x 轴值中，以补偿框架中的金属
COMPASS_OFS2_Y	0	mGauss	-400 400	要添加到 compass2 的 y 轴值的偏移量,以补偿框架中的金属
COMPASS_OFS2_Z	0	mGauss	-400 400	将偏移量添加到 compass2 的 z 轴值中，以补偿框架中的金属
COMPASS_OFS3_X	0	mGauss	-400 400	将偏移量添加到 compass3 的 x 轴值中，以补偿框架中的金属
COMPASS_OFS3_Y	0	mGauss	-400 400	将偏移量添加到 compass3 的 y 轴值中，以补偿框架中的金属

COMPASS_OFS3_Z	0	mGauss	-400 400	将偏移量添加到 compass3 的 z 轴值中，以补偿框架中的金属
COMPASS_OPTIONS	0			这将设置更改指南针行为的选项
COMPASS_ORIENT	0		0：无 1：偏航 45 2：偏航 90 3：偏航 135 4：偏航 180 5：偏航 225 6：偏航 270 7：偏航 315 8：横滚 180 9：偏航 45 滚 180 10：偏航 90 滚 180 11：偏航 135 滚动 180 12：俯仰 180 13：偏航 225 滚动 180 14：偏航 270 滚动 180 15：偏航 315 滚动 180 16：滚动 90 17：偏航 45 滚动 90 18：偏航 90 滚动 90 19：偏航 135 滚动 90 20：滚动 270 21：偏航 45 滚动 270 22：偏航 90 滚动 270 23：偏航 135 滚动 270 24：俯仰 90 25：俯仰 270 26：偏航 90 俯仰 180 27：偏航 270 俯仰 180 28：腿部空间 90 滚动 90 29：间距 90 滚动 180 30：间距 90 滚动 270 31：间距 180 滚动 90 32：间距 180 滚动 270 33：滚动 270 滚动 90 34：滚动 270 滚动 180 35：滚动 270 滚动 270 36：偏航 90 滚动 180 滚动 90 37：偏航 270 滚动 90 38：偏航 293 俯仰 68 滚动 180 39：俯仰 315 40：俯仰 315 滚动 90 42：滚动 45 43：滚动 315 100：自定义 4.1 及更早版本 101：自定义 1 102：自定义 2	第一个外部罗盘相对于机架的方向。除非将此指南针设置为外部指南针，否则将忽略此值。当在北半球正确设置时，将鼻子和右侧朝下应该分别增加 MagX 和 MagY 值。将无人机倒置应该会降低 MagZ 值。对于南半球，开关增加和减少。注意：对于内部指南针，使用 AHRS_ORIENT。每个选项的标签都按该方向的旋转顺序指定。固件版本 4.2 及更早版本可以使用 CUSTOM（100）旋转来设置指南针方向的 COMPASS_CUS_ROLL/PIT/偏航角度。更高版本提供了两个通用的自定义旋转，可以使用自定义 1 和自定义 2，具有 CUST_1_ROLL/PIT/YAW 或 CUST_2_ROLL/PIT/YAW 角度。
COMPASS_ORIENT2	0		0：无 1：偏航 45 2：偏航 90 3：偏航 135 4：偏航 180 5：偏航 225 6：偏航 270 7：偏航 315 8：横滚 180 9：偏航 45 滚 180 10：偏航 90	第二个外部罗盘相对于机架的方向。除非将此指南针设置为外部指南针，否则将忽略此值。当在北半球正确设置时，将鼻子和右侧朝下应该分别

			滚 180 11：偏航 135 滚动 180 12：俯仰 180 13：偏航 225 滚动 180 14：偏航 270 滚动 180 15：偏航 315 滚动 180 16：滚动 90 17：偏航 45 滚动 90 18：偏航 90 滚动 90 19：偏航 135 滚动 90 20：滚动 270 21：偏航 45 滚动 270 22：偏航 90 滚动 270 23：偏航 135 滚动 270 24：俯仰 90 25：俯仰 270 26：偏航 90 俯仰 180 27：偏航 270 俯仰 180 28：腿部空间 90 滚动 90 29：间距 90 滚动 180 30：间距 90 滚动 270 31：间距 180 滚动 90 32：间距 180 滚动 270 33：滚动 270 滚动 90 34：滚动 270 滚动 180 35：滚动 270 滚动 270 36：偏航 90 滚动 180 滚动 90 37：偏航 270 滚动 90 38：偏航 293 俯仰 68 滚动 180 39：俯仰 315 40：俯仰 315 滚动 90 42：滚动 45 43：滚动 315 100：自定义 4.1 及更早版本 101：自定义 1 102：自定义 2	增加 MagX 和 MagY 值。将无人机倒置应该会降低 MagZ 值。对于南半球，开关增加和减少。注意： 对于内部指南针，使用 AHRS_ORIENT。每个选项的标签都按该方向的旋转顺序指定。固件版本 4.2 及更早版本可以使用 CUSTOM（100）旋转来设置指南针方向的 COMPASS_CUS_ROLL/PIT/偏航角度。更高版本提供了两个通用的自定义旋转，可以使用自定义 1 和自定义 2，具有 CUST_1_ROLL/PIT/YAW 或 CUST_2_ROLL/PIT/YAW 角度。
COMPASS_ORIENT3	0		0：无 1：偏航 45 2：偏航 90 3：偏航 135 4：偏航 180 5：偏航 225 6：偏航 270 7：偏航 315 8：横滚 180 9：偏航 45 滚 180 10：偏航 90 滚 180 11：偏航 135 滚动 180 12：俯仰 180 13：偏航 225 滚动 180 14：偏航 270 滚动 180 15：偏航 315 滚动 180 16：滚动 90 17：偏航 45 滚动 90 18：偏航 90 滚动 90 19：偏航 135 滚动 90 20：滚动 270 21：偏航 45 滚动 270 22：偏航 90 滚动 270 23：偏航 135 滚动 270 24：俯仰 90 25：俯仰 270	第三个外部罗盘相对于机架的方向。除非将此指南针设置为外部指南针，否则将忽略此值。当在北半球正确设置时，将鼻子和右侧朝下应该分别增加 MagX 和 MagY 值。将无人机倒置应该会降低 MagZ 值。对于南半球，开关增加和减少。注意： 对于内部指南针，使用 AHRS_ORIENT。每个选项的标签都按该方向的旋转顺序指定。固件版本 4.2 及更早版本可以使用 CUSTOM（100）旋转来设置指南针方向的

			26：偏航 90 俯仰 180 27：偏航 270 俯仰 180 28：腿部空间 90 滚动 90 29：间距 90 滚动 180 30：间距 90 滚动 270 31：间距 180 滚动 90 32：间距 180 滚动 270 33：滚动 270 滚动 90 34：滚动 270 滚动 180 35：滚动 270 滚动 270 36：偏航 90 滚动 180 滚动 90 37：偏航 270 滚动 90 38：偏航 293 俯仰 68 滚动 180 39：俯仰 315 40：俯仰 315 滚动 90 42：滚动 45 43：滚动 315 100：自定义 4.1 及更早版本 101：自定义 1 102：自定义 2	COMPASS_CUS_ROLL/PIT/偏航角度。更高版本提供了两个通用的自定义旋转，可以使用自定义 1 和自定义 2，具有 CUST_1_ROLL/PIT/YAW 或 CUST_2_ROLL/PIT/YAW 角度。
COMPASS_PMOT_EN	0		0：禁用 1：启用	这样可以对每个电机进行罗盘校正
COMPASS_PRIO1_ID	658945			具有一阶优先级的指南针设备 ID，如果为 0，则自动设置。更改后需要重新启动。
COMPASS_PRIO2_ID	0			具有二阶优先级的指南针设备 ID，如果为 0，则自动设置。更改后需要重新启动。
COMPASS_PRIO3_ID	0			具有 3 阶优先级的指南针设备 ID，如果为 0，则自动设置。更改后需要重新启动。
COMPASS_SCALE	0		0 1.3	第一个罗盘的比例因子，用于补偿传感器比例误差。如果此值为 0，则不进行缩放
COMPASS_SCALE2	0		0 1.3	第二个罗盘的比例因子，用于补偿传感器比例误差。如果此值为 0，则不进行缩放
COMPASS_SCALE3	0		0 1.3	第三罗盘的比例因子，用于补偿传感器比例误差。如果此值为 0，则不进行缩放
COMPASS_TYPEMASK	0			这是要禁用的驱动程序类型的位掩码。如果在此掩码中设置了驱动程序类型，则该驱动程序不会在启动时尝试查找传感器

COMPASS_USE	1		0：禁用 1：启用	启用或禁用使用指南针（而不是 GPS）来确定航向
COMPASS_USE2	1		0：禁用 1：启用	启用或禁用用于确定航向的辅助罗盘。
COMPASS_USE3	1		0：禁用 1：启用	启用或禁用用于确定航向的三级罗盘。
CRASH_ACC_THRESH	0	m/s/s	10 127	X 轴减速阈值，用于通知碰撞检测器可能存在撞击，这有助于在碰撞后快速上锁电机。该值应远高于正常飞行期间的正常负 x 轴力，请查看飞行日志文件以确定您的飞机和电机类型的平均 IMU.x 值。较高的值意味着不太敏感（在较高的影响下触发）。对于在战斗中振动不大的电动飞机，25 的值是好的（大约是 2.5G）。对于汽油/硝基飞机，您需要更高的价值。设置为 0 可禁用碰撞检测器。
CRASH_DETECT	0		0：已禁用	在自动飞行期间自动检测崩溃并执行位掩码选定的操作。上锁将关闭电机以确保安全，并有助于防止烧毁电调和电机。设置为 0 可禁用崩溃检测。
CUST_ROT_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	这将启用自定义轮换
DSPOILER_AILMTCH	100	%	0 100	这缩小了内襟翼的比例，因此小于全向下范围可用于差速器扰流板和全跨距副翼，100 表示使用全范围，向上行程不受影响
DSPOILER_CROW_W1	0	%	0 100	这是施加在两个外表面的偏转量，用于襟翼的差速扰流板，以提供乌鸦襟翼。它是从 0 到 100 的数字。在零时，不应用乌鸦襟翼。建议的起始值为 25。
DSPOILER_CROW_W2	0	%	0 100	这是施加在两个内表面的偏转量，用于襟翼的差速扰流板，以提供乌鸦襟翼。它是从 0 到 100 的数字。在零时，

				不应用乌鸦襟翼。建议的起始值为 45。
DSPOILER_OPTS	3		0：无 1：D 扰流板有俯仰输入 2：使用每个机翼上的两个控制面进行滚动 4：渐进式乌鸦襟翼（0-50%襟翼内），然后乌鸦襟翼（50-100%襟翼内）	差速器扰流板和撬动襟翼选件
DSPOILR_RUD_RATE	100	%	-100 100	设置方向舵输出将应用于差速器扰流板的偏转量，以百分比表示。默认值 100 将导致全舵应用完全偏转。值为 0 将导致差速器扰流板完全跟随升降机（无方向舵效果）。
EAHRS_TYPE	0		0:None 1:VectorNav 2:MicroStrain5 5:InertialLabs 7:MicroStrain7	AHRS 设备类型
EFI_TYPE	0		0:None 1:Serial-MS 2:NWPMU 3:Serial-Lutan 5:DroneCAN 6:Currawong-ECU 7:Scripting 8:Hirth 9:MAV	EFI #1 使用哪种通信方法
EK2_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	这将启用 EKF2。启用 EKF2 只会使数学运转，并不意味着它将用于飞行控制。要将其用于飞行控制，请设置 AHRS_EKF_TYPE=2。更改 EK2_ENABLE 的值后，需要执行重新启动或重新启动才能生效。
EK3_ABIAS_P_NSE	0.02	m/s/s/s	0.00001 0.02	该噪声控制垂直加速度计 delta 速度偏置状态误差估计的增长。增加它使加速度计偏差估计更快、更嘈杂。
EK3_ACC_BIAS_LIM	1	m/s/s	0.5 2.5	加速度计偏置状态将限制为+-此值
EK3_ACC_P_NSE	0.35	m/s/s	0.01 1.0	这种控制干扰噪声控制由于加速度计测量误差（不包括偏置）而导致的估计误差的增长。增加它使飞行器对加速度计测量的信任度降低，而对其他测量值的信任度增加。

EK3_AFFINITY	0			这些选项控制传感器实例和 EKF 内核之间的关联性
EK3_ALT_M_NSE	3	m	0.1 100.0	这是海拔测量中噪声的 RMS 值。增加它可降低气压测量的权重，并使滤波器对气压测量误差的响应速度更慢，但会使其对 GPS 和加速度计误差更敏感。当在 EK3_SRCx_POSZ = 0 的情况下运行时，可能需要更大的 EK3_ALT_M_NSE 值。该参数还设置了当 EK3_SRCx_POSZ = 0 时使用的“合成”零高度测量的噪声。
EK3_BCN_DELAY	50	ms	0 250	这是距离信标测量值滞后于惯性测量值的毫秒数。
EK3_BCN_I_GTE	500		100 1000	这将设置应用于范围信标测量协方差一致性检查的标准偏差百分比。减小它使良好的测量更有可能被拒绝。增加它使得接受不良测量值的可能性更大。
EK3_BCN_M_NSE	1	m	0.1 10.0	这是范围信标测量中噪声的 RMS 值。增加它可减少此度量的权重。
EK3_BETA_MASK	0			1 字节位图，控制使用侧滑角融合来估计“向前飞行”飞行器类型（如固定翼飞机）运行期间的非风状态。通过假设侧滑角度较小，只要 EKF 不是航位推算（例如，具有独立的速度或位置传感器，如 GPS），风速状态估计就会得到校正。默认情况下，此行为处于打开状态，无法禁用。当 EKF 为航位推算时，风态被用作参考，能够使用小侧滑角假设来校正非风速状态（如姿态、速度、位置等）并提高导航精度。默认情况下，此行为处于打开状态，无法禁用。该参数控制的行为是，当 EKF 不是航位推算时，使用侧滑小角假设来

				校正非风速状态。这主要有利于在不执行具有大侧滑角的特技飞行机动的情况下，在没有偏航传感器（例如磁力计或双天线 GPS 偏航）的情况下减少直线和水平飞行期间偏航角误差的积累。在故意不安装或禁用偏航传感器的情况下，可以使用“始终”选项。如果安装了偏航传感器，则可以使用“WhenNoYawSensor”选项，但需要防止飞行中故障和 EKF 的持续拒绝。对于在操作员可视范围内操作的无人机，执行频繁转弯操作，无需设置此参数。
EK3_CHECK_SCALE	150	%	50 200	这将缩放用于在 EKF 使用 GPS 精度之前检查 GPS 精度的阈值。默认值为 100。大于 100 的值会增加，小于 100 的值会降低 EKF 可接受的最大 GPS 误差。值为 200 将使允许的 GPS 误差加倍。
EK3_DRAG_BCOEF_X	0	kg/m/m	0.0 1000.0	沿 X 轴测量的质量与阻力系数之比。该参数可以估计具有虚张声势的机身且在 X 和 Y 方向上没有推进力的无人机（例如多旋翼飞行器）的风漂移。这种效果产生的阻力与速度的平方成比例。 设置为正值 > 1.0 以启用。起始值是以 Kg 为单位的质量除以额面积。转子的预测阻力由 EK3_DRAG_MCOEF 参数单独指定。
EK3_DRAG_BCOEF_Y	0	kg/m/m	50.0 1000.0	沿 Y 轴测量的质量与阻力系数之比。该参数可以估计具有虚张声势的机身且在 X 和 Y 方向上没有推进力的无人机（例如多旋翼飞行器）的风漂移。这种效果产生的阻力与速度的平方成比例。 设置为正值 > 1.0 以启用。起

				始值是以 Kg 为单位的质量除以边面积。转子的预测阻力由 EK3_DRAG_MCOEF 参数单独指定。
EK3_DRAG_M_NSE	0.5	m/s/s	0.1 2.0	这将融合 X 和 Y 加速度时使用的噪声量设置为观测值，从而能够为多旋翼飞行器提供风速。此功能由 EK3_DRAG_BCOEF_X 和 EK3_DRAG_BCOEF_Y 参数启用
EK3_DRAG_MCOEF	0	1/s	0.0 1.0	该参数用于预测多旋翼飞行器飞行时旋翼产生的阻力，从而能够估计风漂移。这种效应产生的阻力与速度而不是速度平方成正比，这是因为当通过转子盘时，垂直于转子旋转轴的一些空气速度会丢失，从而改变气流的动量，从而引起阻力。对于无管道转子，当侧面观察时，效果大致与螺旋桨叶片的面积成正比，并随不同的螺旋桨而变化。对于管道转子，它更高。例如，如果在海平面条件下以 15 m/s 的速度飞行会产生 1.5 m/s/s 的旋翼诱导阻力加速度，则 EK3_DRAG_MCOEF 将设置为 0.1 =（1.5/15.0）。将 EK3_MCOEF 设置为正值，以启用使用此阻力效果进行风力估计。要考虑随速度平方缩放的机身产生的阻力，请参阅 EK3_DRAG_BCOEF_X 和 EK3_DRAG_BCOEF_Y 参数的文档。
EK3_EAS_I_GATE	400		100 1000	这将设置应用于空速测量协方差一致性检查的标准偏差百分比。减小它使良好的测量更有可能被拒绝。增加它使得接受不良测量值的可能性更大。
EK3_EAS_M_NSE	1.4	m/s	0.5 5.0	这是飞机使用的等效空速测量中噪声的 RMS 值。增加它

				可降低空速测量的权重，并使风速估计值的噪声更小，收敛速度更慢。在没有 GPS 测量的情况下进行航位推算时，增加也会增加导航误差。
EK3_ENABLE	1		0：禁用 1：启用	这将启用 EKF3。启用 EKF3 只会使数学运转，并不意味着它将用于飞行控制。要将其用于飞行控制，请设置 AHRS_EKF_TYPE=3。更改 EK3_ENABLE 的值后，需要执行重新启动或重新启动才能生效。
EK3_ERR_THRESH	0.2		0.05 1	通道必须始终优于主通道，至少达到此阈值，以降低其整体相对 CoreError，降低此阈值会使通道切换对较小的误差差异更敏感
EK3_FLOW_DELAY	10	ms	0 250	这是光流测量滞后于惯性测量的毫秒数。它是从光流平均周期结束开始的时间，不包括由于流量传感器内平均 100 毫秒而导致的时间延迟。
EK3_FLOW_I_GATE	500		100 1000	这将设置应用于光流协方差一致性检查的标准偏差百分比。减小它使良好的测量更有可能被拒绝。增加它使得接受不良测量值的可能性更大。
EK3_FLOW_M_NSE	0.15	rad/s	0.05 1.0	这是光流测量中噪声和误差的 RMS 值。增加它可减少这些测量值的权重。
EK3_FLOW_USE	2		0：无 1：导航 2：地形	控制光流数据是否融合到 24 态导航估计器或 1 态地形高度估计器中。
EK3_GBIAS_P_NSE	0.001	rad/s/s	0.00001 0.001	这种状态过程噪声控制着陀螺仪三角形角偏置状态误差估计的增长。增加它可以使速率陀螺仪偏差估计更快、更嘈杂。
EK3_GLITCH_RAD	25	m	10 100	这控制了滤波器预测值与 GPS 测量值之间的最大径向不确定度，然后滤波器位置和速度状态被重置为 GPS。增大此值可使滤波器忽略较大

				的 GPS 毛刺，但也意味着在滤波器被迫返回 GPS 位置之前，IMU 和指南针等非 GPS 误差可能会在位置上产生更大的误差。如果 EK3_GLITCH_RAD 设置为 0，则 GPS 协方差将在超过 EK3_VEL_I_GATE 和 EK3_POS_I_GATE 设置的门大小时被剪裁而不是拒绝，这在传感器数据质量差导致 GPS 拒绝和导航丢失的情况下可能很有用，但确实使 EKF 更容易受到 GPS 故障的影响。如果将 EK3_GLITCH_RAD 设置为 0，建议将 EK3_VEL_I_GATE 和 EK3_POS_I_GATE 减少到 300。
EK3_GND_EFF_DZ	4		0.0 10.0	此参数设置死区的大小，该盲区应用于带有升力转子的无人机在地面效应下运行时起飞或着陆时可能发生的负气压高度峰值。设置为比升降电机卷绕起飞前发生的气压高度负偏移量小约 0.5m。如果不存在地面效应，则设置为 0。
EK3_GPS_CHECK	31			这是一个 1 字节位图，用于控制执行哪些 GPS 预检检查。设置为 0 可绕过所有检查。设置为 255 执行所有检查。设置为 3 可仅检查卫星数和 HDoP。设置为 31 以进行最严格的检查，当直升机移动时，例如从船上发射时，仍允许检查通过。
EK3_GPS_VACC_MAX	0	m	0.0 10.0	GPS 作为高度源的垂直精度阈值。如果报告的 GPS 垂直精度大于此阈值，则 GPS 将不会用作高度源，而是回退到巴罗。设置为零可停用阈值检查。

EK3_GSF_RST_MAX	2		1 10	设置允许 EKF3 将其偏航重置为 EKF-GSF 偏航估计器中的估计值的最大次数。除非通过 EK3_GSF_USE_MASK 参数启用 EKF-GSF 偏航估计，否则不允许重置。
EK3_GSF_RUN_MASK	3			1 字节位图，其中 EKF3 实例运行独立的 EKF-GSF 偏航估计器，以提供不依赖于磁力计数据的备份偏航估计。该估算器使用 IMU、GPS 和空速数据（如果有）。主 EKF3 实例的 EKF-GSF 偏航估计器数据将记录为 GSF0 和 GSF1 消息。此算法生成的偏航估计值的使用由 EK3_GSF_USE_MASK 和 EK3_GSF_RST_MAX 参数控制。要仅在行驶和日志记录中运行 EKF-GSF 偏航估计器，请将 EK3_GSF_USE 设置为 0。
EK3_GSF_USE_MASK	3			EKF3 实例将使用已由 EK3_GSF_RUN_MASK 参数打开的 EKF-GSF 偏航估计器的输出的位掩码。如果惯性导航计算在 GPS 之后停止，则无人机代码可以请求 EKF3 尝试解决问题，方法是通过切换到另一个 EKF3 实例来执行偏航复位（如果此参数启用）。
EK3_GYRO_P_NSE	0.015	rad/s	0.0001 0.1	这种控制干扰噪声控制由于陀螺仪测量误差（不包括偏差）而导致的估计误差的增长。增加它使飞行者对陀螺仪测量的信任度降低，而对其他测量值的信任度增加。
EK3_HGT_DELAY	60	ms	0 250	这是高度测量值滞后于惯性测量值的毫秒数。
EK3_HGT_I_GATE	500		100 1000	这将设置应用于高度测量协方差一致性检查的标准偏差的百分比数。减小它使良好的测量更有可能被拒绝。增加它

				使得接受不良测量值的可能性更大。如果EK3_GLITCH_RAD设置为0，则垂直位置协方差将在超过浇口尺寸时被裁剪而不是拒绝，并且建议使用较小的EK3_HGT_I_GATE值，不超过300,以限制高度传感器瞬态误差的影响。
EK3_HRT_FILT	2	Hz	0.1 30.0	指定用于计算输出预测器高度率导数的互补滤波器的交越频率。
EK3_IMU_MASK	3			要在EKF3中使用的IMU的1字节位图。对于每个选定的IMU，将启动一个单独的EKF3实例。设置为1仅使用第一个IMU（默认），设置为2仅使用第二个IMU，设置为3使用第一个和第二个IMU。如果内存和处理资源允许，额外的IMU最多可使用6个。内存和处理资源可能不足,无法运行多个实例。如果发生这种情况，EKF3将无法启动。
EK3_LOG_LEVEL	0		0 3	确定EKF3流式处理日志记录的详细程度。值为0提供完整日志记录（默认值），值为1表示仅记录XKF4缩放的协方差，值为2时同时记录XKF4和GSF,值为3禁用EKF3的所有流日志记录。
EK3_MAG_CAL	0		0：飞行时 1：操纵时 2：从不 3:首次爬升后偏航复位 4:始终 5:使用外部偏航传感器（在4.1+中已弃用，参见EK3_SRCn_YAW） 6:带指南针回退的外部偏航传感器（在4.1+中已弃用，请参见EK3_SRCn_YAW）	这决定了滤波器何时使用估计地球和物体固定磁场状态的3轴磁力计融合模型，以及何时使用不使用磁场状态的更简单的磁向融合模型。3轴磁力计融合仅适用于外部磁场环境稳定时使用。EK3_MAG_CAL = 0在地面上使用航向融合,在飞行中使用3轴融合，并且是飞机用户的默认设置。

				EK3_MAG_CAL = 1 仅在操纵时使用 3 轴融合。EK3_MAG_CAL = 2 始终使用航向融合，如果外部磁场发生变化，则建议使用，并且是漫游车的默认磁场。EK3_MAG_CAL = 3 在第一次空中场和偏航复位完成后使用地面航向融合和 3 轴融合，这是直升机的默认设置。EK3_MAG_CAL = 4 始终使用 3 轴融合。EK3_MAG_CAL = 5 使用具有简单航向融合的外部偏航传感器。注意：使用简单的航向磁力计融合使 EKF 更难检测无人机罗盘校准和对准误差，从而降低了 Copter EKF 故障安全算法的灵敏度。注意：对于特定的 EKF 内核，可以使用 EK3_MAG_MASK 参数强制将融合模式强制为 2。EK3_MAG_CAL = 6 使用外部偏航传感器，当我们飞行时外部传感器不可用时，该传感器可回退到指南针。注意：对于特定的 EKF 内核，可以使用 EK3_MAG_MASK 参数强制将融合模式强制为 2。注意：通过将所有 COMPASS_USE 、COMPASS_USE2 、COMPASS_USE3 等参数设置为 0 并将 COMPASS_ENABLE 设置为 0，可以在没有磁力计或任何其他偏航传感器的情况下进行有限操作。如果执行此操作，则必须将 EK3_GSF_RUN 和 EK3_GSF_USE 蒙版设置为与 EK3_IMU_MASK 相同。然后，当飞行开始时，使用高

				斯和滤波器（GSF）从 IMU 和 GPS 速度数据得出的偏航角将用于对齐偏航。
EK3_MAG_EF_LIM	50	mGauss	0 500	这限制了学习到的地球磁场与世界磁模型表中的地球磁场之间的差异。值为零表示禁用 WMM 表。
EK3_MAG_I_GATE	300		100 1000	这将设置应用于磁力计测量协方差一致性检查的标准偏差百分比。减小它使良好的测量更有可能被拒绝。增加它使得接受不良测量值的可能性更大。
EK3_MAG_M_NSE	0.05	Gauss	0.01 0.5	这是磁力计测量中噪声的 RMS 值。增加它可减少这些测量值的权重。
EK3_MAG_MASK	0			EKF 内核的 1 字节位图，将禁用磁场状态并始终使用简单的磁向融合。该参数使指定的磁芯可以用作飞行到具有高水平外部磁干扰的环境中的备份，这可能会降低使用 3 轴磁力计融合时的 EKF 姿态估计。注意：在不同的磁芯上使用不同的磁力计融合算法会使磁力计错误更容易导致不需要的 EKF 磁芯开关。
EK3_MAGB_P_NSE	0.0001	Gauss/s	0.00001 0.01	这种状态过程噪声控制着体磁场状态误差估计的增长。增加它使磁力计偏置误差估计更快、更嘈杂。
EK3_MAGE_P_NSE	0.001	Gauss/s	0.00001 0.01	这种状态过程噪声控制着地球磁场状态误差估计的增长。增加它使地球磁场估计更快、更嘈杂。
EK3_MAX_FLOW	2.5	rad/s	1.0 4.0	这将设置滤光片将接受的最大光流速幅度（以弧度/秒为单位）
EK3_NOAID_M_NSE	10	m	0.5 50.0	这设置了 EKF 在没有外部测量（例如 GPS 或光流）的情况下运行时允许的位置变化量。增加此参数可使 EKF 姿态估计对无人机操纵的敏感度降低，但对 IMU 误差更

				敏感。
EK3_OGN_HGT_MASK	0			当 EKF 将 GPS 以外的高度传感器用作主要高度源时，零高度基准的位置由该传感器及其参考系定义。如果还可以进行 GPS 高度测量，则可以校正 EKF 使用的 WGS-84 高度基准面的高度，以便对 getLLH（） 函数返回的高度进行补偿，以补偿主高度传感器漂移和基准面随时间的变化。前两个位位置控制何时校正高度基准。校正使用贝叶斯滤波器执行，并且仅在 GPS 质量允许的情况下运行。第三个位位置控制对 GPS 参考基准的校正的应用位置。校正可以应用于局部垂直位置或报告的 EKF 原点高度（默认）。
EK3_OGNM_TEST_SF	2		1.0 10.0	该参数用于调整地面不移动测试的灵敏度，用于在没有偏航传感器的情况下操作时，用于辅助学习偏航陀螺仪偏差并在飞行前停止偏航漂移。较大的值允许使用噪声 IMU 数据检测非移动条件。检查无人机在地面上不移动时记录的 XKFM 数据，并将 OGNM_TEST_SF 的值调整为略高于 XKFM 的最大值。ADR，XKFM。ALR，XKFM。GDR 和 XKFM。GLR 测试水平。
EK3_POS_I_GATE	500		100 1000	这将设置应用于 GPS 位置测量协方差一致性检查的标准差百分比数。减小它使良好的测量更有可能被拒绝。增加它使得接受不良测量值的可能性更大。如果 EK3_GLITCH_RAD 设置为 0，则水平位置协方差将被裁剪，而不是在超过门尺寸时被拒绝，因此建议使用较小的值

				EK3_POS_I_GATE 不超过300，以限制 GPS 瞬态误差的影响。
EK3_POSNE_M_NSE	0.5	m	0.1 10.0	这将设置 GPS 水平位置观察噪声。增加它可降低 GPS 水平位置测量的权重。
EK3_PRIMARY	0		0 2	启动时将用作主 EKF 内核的内核编号（IMU 掩码中的索引）。在解除武装的同时，EKF 将强制使用该核心。值 0 对应于 EK3_IMU_MASK 中的第一个 IMU。
EK3_RNG_I_GATE	500		100 1000	这将设置应用于测距仪协方差一致性检查的标准偏差百分比。减小它使良好的测量更有可能被拒绝。增加它使得接受不良测量值的可能性更大。
EK3_RNG_M_NSE	0.5	m	0.1 10.0	这是测距仪测量中噪声的 RMS 值。增加它可减少此度量的权重。
EK3_RNG_USE_HGT	-1	%	-1 70	当测距仪低于其最大范围的百分比时，可以用作主要高度源（见 RNGFNDx_MAX_CM），主要高度源是 Baro 或 GPS（见 EK3_SRCx_POSZ）。此功能不应用于地形跟踪，因为它设计用于垂直起飞和着陆，在开始任务之前爬升到测距仪使用高度以上，并且低于该高度的水平位置变化仅限于起飞和着陆点周围的平坦区域。
EK3_RNG_USE_SPD	2	m/s	2.0 6.0	当水平地面速度大于此值时，测距仪将不用作主要高度源。
EK3_SRC_OPTIONS	1			EKF 源选项
EK3_SRC1_POSXY	3		0：无 3：GPS 4：信标 6：外部 Nav	定位水平源（主）
EK3_SRC1_POSZ	1		0：无 1：巴罗 2：测距仪 3：GPS 4：信标 6：外部 Nav	定位垂直源

EK3_SRC1_VELXY	3		0：无 3：GPS 4：信标 5：光流 6：外部导航 7：车轮编码器	速度水平源
EK3_SRC1_VELZ	3		0：无 3：GPS 4：信标 6：外部 Nav	Velocity 垂直源
EK3_SRC1_YAW	1		0：无 1：指南针 2：GPS 3：带指南针的 GPS 后备 6：外部导航 8：GSF	偏航源
EK3_SRC2_POSXY	0		0：无 3：GPS 4：信标 6：外部 Nav	定位水平源（辅助）
EK3_SRC2_POSZ	1		0：无 1：气压计 2：测距仪 3：GPS 4：信标 6：外部惯导	定位垂直源（辅助）
EK3_SRC2_VELXY	0		0：无 3：GPS 4：信标 5：光流 6：外部导航 7：车轮编码器	速度水平源（次级）
EK3_SRC2_VELZ	0		0：无 3：GPS 4：信标 6：外部 Nav	速度垂直源（次级）
EK3_SRC2_YAW	0		0：无 1：指南针 2：GPS 3：带指南针的 GPS 后备 6：外部导航 8：GSF	偏航源（辅助）
EK3_SRC3_POSXY	0		0：无 3：GPS 4：信标 6：外部 Nav	位置水平源（三级）
EK3_SRC3_POSZ	1		0：无 1：气压计 2：测距仪 3：GPS 4：信标 6：外部导航	位置垂直源（三级）
EK3_SRC3_VELXY	0		0：无 3：GPS 4：信标 5：光流 6：外部导航 7：车轮编码器	速度水平源（三级）
EK3_SRC3_VELZ	0		0：无 3：GPS 4：信标 6：外部导航	速度垂直源（三级）
EK3_SRC3_YAW	0		0：无 1：指南针 2：GPS 3：带指南针的 GPS 后备 6：外部导航 8：GSF	偏航源（三级）
EK3_TAU_OUTPUT	25	cs	10 50	设置输出互补滤波器/预测器的时间常数（以厘米秒为单位）。
EK3_TERR_GRAD	0.1		0 0.2	指定使用测距仪作为高度参考时无人机下方地形的最大坡度
EK3_VEL_I_GATE	500		100 1000	这将设置应用于 GPS 速度测量协方差一致性检查的标准偏差百分比数。减小它使良好的测量更有可能被拒绝。增

				加它使得接受不良测量值的可能性更大。如果EK3_GLITCH_RAD设置为0，则速度协方差将在超过门尺寸时被裁剪而不是拒绝，并且建议使用较小的值EK3_VEL_I_GATE不超过300，以限制GPS瞬态误差的影响。
EK3_VELD_M_NSE	0.7	m/s	0.05 5.0	这为用于设置垂直速度观测噪声的GPS接收器报告的速度精度设置了下限。如果使用的接收机模型未提供速度精度估计值，则将使用参数值。增加它可降低GPS垂直速度测量值的权重。
EK3_VELNE_M_NSE	0.5	m/s	0.05 5.0	这为用于设置水平速度观测噪声的GPS接收器报告的速度精度设置了下限。如果使用的接收机模型未提供速度精度估计值，则将使用参数值。增加它可降低GPS水平速度测量值的权重。
EK3_VIS_VERR_MAX	0.9	m/s	0.5 5.0	这是1-STD里程计速度观察误差，当传感器报告最低质量时，将假定该误差。当质量介于最大值和最小值之间时，将使用VIS_VERR_MIN和VIS_VERR_MAX之间的线性插值来计算误差。
EK3_VIS_VERR_MIN	0.1	m/s	0.05 0.5	这是1-STD里程计速度观察误差，当传感器报告最大质量时，将假定该误差。当质量介于最大值和最小值之间时，将使用VIS_VERR_MIN和VIS_VERR_MAX之间的线性插值来计算误差。
EK3_WENC_VERR	0.1	m/s	0.01 1.0	这是在融合车轮编码器数据时假设的1-STD里程计速度观察误差。
EK3_WIND_P_NSE	0.1	m/s/s	0.01 2.0	这种状态过程噪声控制着风态误差估计的增长。增加它使风估计更快、更嘈杂。

EK3_WIND_PSCALE	1		0.0 2.0	这控制了在增加或失去高度时风状态上的过程噪声增加多少，以考虑风速和风向随高度的变化。增加此参数会增加风态在改变高度时适应的速度，但确实会使风速估计更嘈杂。
EK3_YAW_I_GATE	300		100 1000	这将设置应用于磁力计偏航测量协方差一致性检查的标准偏差百分比。减小它使良好的测量更有可能被拒绝。增加它使得接受不良测量值的可能性更大。
EK3_YAW_M_NSE	0.5	rad	0.05 1.0	这是磁力计偏航测量中噪声的 RMS 值。增加它可减少这些测量值的权重。
ESC_TLM_MAV_OFS	0		0 31	偏移量在通过 MAVLink 报告为 ESC_串口 ETRY 数据包时应用于 ESC 编号。这允许将高编号电机显示为低编号的 ESC，以方便在 GCS 显示器上显示。值 4 将在输出 5 上将 ESC 作为 ESC_串口 ETRY 数据包中的 ESC 编号 1 发送
FBWB_CLIMB_RATE	2	m/s	1 10	这以 m/s 为单位设置了 FBWB 和 CRUISE 模式将改变其目标高度以实现完全升降舵偏转的速率。请注意，飞机的实际爬升率可能低于此值，具体取决于您的空速和油门控制设置。如果将此参数设置为默认值 2.0，则将电梯保持在最大偏转 10 秒将使目标高度改变 20 米。
FBWB_ELEV_REV	0		0：禁用 1：启用	FBWB 和 CRUISE 模式下的电梯反向感。当设置为 0 时，升降机（向后拉杆）表示降低高度。当设置为 1 时，向上电梯表示提高高度。
FENCE_ACTION	1		0：仅报告 1：RTL 6：引导 7：引导油门通过	当围栏被突破时应采取什么行动
FENCE_ALT_MAX	100	m	10 1000	触发地理围栏之前允许的最大高度

FENCE_ALT_MIN	-10	m	-100 100	触发地理围栏之前允许的最低高度
FENCE_AUTOENABLE	0		0 30：自动启用关闭 1：起飞时自动启用 2：自动启用着陆时禁用地板 3：仅在武装时自动启用	自动启用围栏。AutoEnableOnTakeoff 在自动起飞达到高度后启用所有配置的围栏。在自动着陆期间，围栏将被禁用。AutoEnableDisableFloorOnLanding 在自动起飞达到高度后启用所有配置的围栏。在自动着陆期间，只有最低高度围栏将被禁用。AutoEnableOnlyWhenArmed 启用所有已配置的围栏，但在自动着陆期间不会禁用任何围栏。但是，在执行先前的违规恢复操作（可能包括自动着陆）时，会忽略围栏违规。
FENCE_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	允许您启用（1）或禁用（0）隔离功能
FENCE_MARGIN	2	m	1 10	自动驾驶仪应与围栏保持距离以避免违规
FENCE_OPTIONS	1			0：在围栏操作后禁用模式更改，直到清除围栏违规。设置位 1 时，允许的飞行区域是所有多边形和圆形围栏区域的并集，而不是交叉点，这意味着仅当您位于所有围栏区域之外时，才会发生围栏违规。
FENCE_RADIUS	300	m	30 10000	圆形围栏半径，当被破坏时将导致 RTL
FENCE_RET_ALT	0	m	0 32767	发生围栏突破时无人机将经过的高度
FENCE_RET_RALLY	0		0 10：围栏返回点 1：最近的集结点	无人机应返回围栏返回点或拉力点
FENCE_TOTAL	0		1 20	eeprom 中保存的多边形点数（不手动更新）
FENCE_TYPE	4			已启用作为位掩码保存的围栏类型
FFT_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	启用陀螺仪 FFT 分析仪

FLAP_1_PERCNT	0	%	0 100	达到 FLAP_1_SPEED 时襟翼位置变化的百分比。使用零禁用襟翼
FLAP_1_SPEED	0	m/s	0 100	接合 FLAP_1_PERCENT 襟翼的速度（以米/秒为单位）。请注意，FLAP_1_SPEED 应大于或等于 FLAP_2_SPEED
FLAP_2_PERCNT	0	%	0 100	达到 FLAP_2_SPEED 时襟翼位置变化的百分比。使用零禁用襟翼
FLAP_2_SPEED	0	m/s	0 100	以米/秒为单位，以米/秒为单位，以襟翼 FLAP_2_PERCENT 接合的速度。请注意，FLAP_1_SPEED 应大于或等于 FLAP_2_SPEED
FLAP_SLEWRATE	75	%/s	0 100	每秒襟翼输出的最大百分比变化。设置为 25 表示在一秒钟内更换襟翼不超过整个襟翼范围的 25%。值为 0 表示没有速率限制。
FLIGHT_OPTIONS	0			飞行模式特定选项
FLOW_TYPE	0		0：无 1：PX4 流程 2：像素 3：贝波普 4：CXOF 5：MAVLink 6：无人机 CAN 7：MSP 8：上流	光流传感器类型
FLTMODE_CH	5		1 160：禁用 1：通道 1 2：通道 2 3：通道 3 4：通道 4 5：通道 5 6：通道 6 7：通道 7 8：通道 8 9：通道 9 10：通道 10 11：通道 11 12：通道 12 13：通道 13 14：通道 14 15：通道 15 16：通道 16	用于飞行模式控制的 RC 通道
FLTMODE1	11		0：手动 1：圆圈 2：稳定 3：训练 4：阿科罗 5：FBWA 6：FBWB 7：巡航 8：自动调谐 10：自动 11：RTL 12：盘旋 13：起飞 14：AVOID_ADSB 15：引导 17：Q 稳定 18：QHOVER 19：QLOITER 20：QLAND	开关位置 1 的飞行模式（910 至 1230 及 2049 以上）

			21：QRTL 22：QAUTOTUNE 23：QACRO 24：热 25：游荡到 QLand	
FLTMODE2	11		0:手动 1:圆圈 2:稳定 3:训练 4：阿科罗 5：FBWA 6：FBWB 7：巡航 8：自动调谐 10：自动 11：RTL 12：盘旋 13：起飞 14：AVOID_ADSB 15：引导 17：Q 稳定 18：QHOVER 19：QLOITER 20：QLAND 21：QRTL 22：QAUTOTUNE 23：QACRO 24：热 25：游荡到 QLand	开关位置 2 的飞行模式（1231 至 1360）
FLTMODE3	5		0:手动 1:圆圈 2:稳定 3:训练 4：阿科罗 5：FBWA 6：FBWB 7：巡航 8：自动调谐 10：自动 11：RTL 12：盘旋 13：起飞 14：AVOID_ADSB 15：引导 17：Q 稳定 18：QHOVER 19：QLOITER 20：QLAND 21：QRTL 22：QAUTOTUNE 23：QACRO 24：热 25：游荡到 QLand	开关位置 3 的飞行模式（1361 至 1490）
FLTMODE4	5		0:手动 1:圆圈 2:稳定 3:训练 4：阿科罗 5：FBWA 6：FBWB 7：巡航 8：自动调谐 10：自动 11：RTL 12：盘旋 13：起飞 14：AVOID_ADSB 15：引导 17：Q 稳定 18：QHOVER 19：QLOITER 20：QLAND 21：QRTL 22：QAUTOTUNE 23：QACRO 24：热 25：游荡到 QLand	开关位置 4 的飞行模式（1491 至 1620）
FLTMODE5	0		0:手动 1:圆圈 2:稳定 3:训练 4：阿科罗 5：FBWA 6：FBWB 7：巡航 8：自动调谐 10：自动 11：RTL 12：盘旋 13：起飞 14：AVOID_ADSB 15：引导 17：Q 稳定 18：QHOVER 19：QLOITER 20：QLAND	开关位置 5 的飞行模式（1621 至 1749）

			21：QRTL 22：QAUTOTUNE 23：QACRO 24：热 25：游荡到 QLand	
FLTMODE6	0		0：手动 1：圆圈 2：稳定 3：训练 4：阿科罗 5：FBWA 6：FBWB 7：巡航 8：自动调谐 10：自动 11：RTL 12：盘旋 13：起飞 14：AVOID_ADSB 15：引导 17：Q 稳定 18：QHOVER 19：QLOITER 20：QLAND 21：QRTL 22：QAUTOTUNE 23：QACRO 24：热 25：游荡到 QLand	开关位置 6 的飞行模式（1750 至 2049）
FOLL_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	启用/禁用目标
FORMAT_VERSION	13			当对 eeprom 格式进行更改时，此值会递增
FRSKY_DNLINK_ID	27		-1：禁用 7：7 8：8 9：9 10：10 11：11 12：12 13：13 14：14 15：15 16：16 17：17 18：18 19：19 20：20 21：21 22：22 23：23 24：24 25：25 26：26 27：27	更改默认下行链路传感器 ID（仅限 SPort）
FRSKY_DNLINK1_ID	20		-1：禁用 7：7 8：8 9：9 10：10 11：11 12：12 13：13 14：14 15：15 16：16 17：17 18：18 19：19 20：20 21：21 22：22 23：23 24：24 25：25 26：26	更改第一个额外的下行链路传感器 ID（仅限 SPort）
FRSKY_DNLINK2_ID	7		-1：禁用 7：7 8：8 9：9 10：10 11：11 12：12 13：13 14：14 15：15 16：16 17：17 18：18 19：19 20：20 21：21 22：22 23：23 24：24 25：25 26：26	更改第二个额外的下行链路传感器 ID（仅限 SPort）
FRSKY_OPTIONS	0			用于设置某些 FRSky 遥测特定选项的位掩码
FRSKY_UPLINK_ID	13		-1：禁用 7：7 8：8 9：9 10：10 11：11 12：12 13：13 14：14 15：15 16：16 17：17 18：18 19：19 20：20 21：21 22：22 23：23 24：24 25：25 26：	更改上行链路传感器 ID（仅限 SPort）

			26	
FS_EKF_THRESH	0.8		0.6：严格 0.8：默认 1.0：放松	允许设置最大可接受的罗盘和速度方差，用于在垂直起降模式下检查导航健康状况
FS_GCS_ENABL	0		0：禁用 1：心跳 2：心跳和 REMRSSI 3：心跳和自动	启用地面控制站遥测故障保护。故障保护将在 FS_LONG_TIMEOUT 秒无 MAVLink 心跳消息后触发。有三种可能的启用设置。将 FS_GCS_ENABL 设置为 1 表示当飞行器未收到 MAVLink HEARTBEAT 消息时，将触发 GCS 故障保护。将 FS_GCS_ENABL 设置为 2 意味着 GCS 故障保护将在丢失 HEARTBEAT 消息或来自支持 MAVLink 的 3DR 无线电的 RADIO_STATUS 消息时触发，指示地面站未从飞机接收状态更新，这由 RADIO_STATUS.remrssi 字段为零表示（如果由于地面站和飞机无线电上的不对称噪声而具有单向链路，则可能会发生这种情况）。将 FS_GCS_ENABL 设置为 3 表示 GCS 故障保护将由 Heartbeat 触发（与选项一一样），但仅在 AUTO 模式下触发。警告： 启用此选项可能会使您的飞机进入故障安全模式并在地面上运行电机，因为它与您的地面站失去联系。如果在电动飞机上启用了此选项，则应启用 ARMING_REQUIRED。
FS_LONG_ACTN	0		0：继续 1：返回发射 2：滑翔 3：打开降落伞 4：自动	对长（FS_LONG_TIMEOUT 秒）故障安全事件执行的操作。如果飞行器在故障保护启动时处于稳定或手动模式，并且发生长时间故障保护，则如果 FS_LONG_ACTN 为 0 或 1，它将更改为 RTL 模式，

				如果 FS_LONG_ACTN 设置为 2，它将更改为 FBWA。如果故障保护启动时飞行器处于自动模式（例如 AUTO 或 GUIDED），则如果 FS_LONG_ACTN 设置为 0，它将继续处于自动模式，如果 FS_LONG_ACTN 设置为 1，它将更改为 RTL 模式，如果 FS_LONG_ACTN 设置为 2，它将更改为 FBWA 模式。如果 FS_LONG_ACTN 设置为 3，则将打开降落伞（确保已配置并启用滑道）。如果 FS_LONG_ACTN 设置为 4，则飞行器将切换到具有当前航点的 AUTO 模式（如果尚未处于 AUTO 模式），除非它处于着陆序列的中间。此参数仅适用于固定翼模式下的故障保护。四平面模式将切换到 QLAND，除非设置了 Q_OPTIONS 位 5 （QRTL）或 20（RTL）。
FS_LONG_TIMEOUT	5	s	1 300	在发生长时间故障安全事件之前，故障安全条件必须持续的时间（以秒为单位）。默认值为 5 秒。
FS_SHORT_ACTN	0		0：CIRCLE/无变化（如果已经在 AUTO|导引|盘旋）1：圆圈 2：FBWA 在零油门 3：禁用 4：FBWB	对短（FS_SHORT_TIMEOUT）故障安全事件执行的操作。短暂的故障保护事件可以通过失去 RC 控制（参见 THR_FS_VALUE）或失去 GCS 控制（参见 FS_GCS_ENABL）来触发。如果在 CIRCLE 或 RTL 模式下，则忽略此参数。如果稳定和手动模式下的短时间故障保护事件，如果 FS_SHORT_ACTN 为 0 或 1，则更改为 CIRCLE 模式，如果 FS_SHORT_ACTN 为

				2，则更改为油门为零的FBWA 模式，如果FS_SHORT_ACTN为 4，则更改为 FBWB 模式。在所有其他模式（AUTO、GUIDED和 LOITER）中，如果FS_SHORT_ACTN 设置为0，则短故障保护事件将导致模式不更改，如果设置为 1，将导致 CIRCLE 模式更改，如果设置为 2，则将更改为FBWA 模式，如果设置为 2，则将更改为 FBWB，如果设置为 4，则将更改为 FBWB。请参阅文档，了解故障保护FS_LONG_TIMEOUT 秒后的行为FS_LONG_ACTN。此参数仅适用于固定翼模式下的故障保护。除非设置了Q_OPTIONS 位 5（QRTL）或 20（RTL），否则四平面模式将切换到 QLAND。
FS_SHORT_TIMEOUT	1.5	s	1 100	故障安全条件在发生短暂的故障安全事件之前必须持续的时间（以秒为单位）。默认值为 1.5 秒
FWD_BAT_IDX	0		0：第一块电池 1：第二块电池	应使用哪个电池监视器对正向油门进行补偿
FWD_BAT_VOLT_MAX	0	V	6 35	正向油门电池电压补偿最大电压（电压高于此电压不会对推力产生额外的缩放效应）。推荐 4.2 * 单元格计数，0 = 禁用。推荐 THR_MAX 设置为不超过 100 x FWD_BAT_VOLT_MIN/FWD_BAT_VOLT_MAX，THR_MIN 设置为不小于 -100 x FWD_BAT_VOLT_MIN/FWD_BAT_VOLT_MAX 并相应地设置爬升下降速率限制。
FWD_BAT_VOLT_MIN	0	V	6 35	正向油门电池电压补偿最小电压（电压低于此电压不会对推力产生额外的缩放效

				应）。建议 3.5 * 细胞计数，0 = 禁用。推荐 THR_MAX 设置为不超过 100 x FWD_BAT_VOLT_MIN/FWD_BAT_VOLT_MAX ，THR_MIN 设置为不小于 -100 x FWD_BAT_VOLT_MIN/FWD_BAT_VOLT_MAX 并相应地设置爬升下降速率限制。
GCS_PID_MASK	0			PID 的位掩码，用于发送 MAVLink PID_TUNING 消息
GEN_TYPE	0		0：禁用 1：IE 650w 800w 燃料电池 2：IE 2.4kW 燃料电池 3：Richenpower	发电机类型
GLIDE_SLOPE_MIN	15	m	0 1000	这将控制航点在使用下滑坡度而不是立即高度变化之前的最小高度变化。默认值为 15 米，这有助于平滑航点任务，其中航点附近发生微小的高度变化。如果您不希望在任务中使用下滑坡，则可以将其设置为零，这将禁用下滑坡度计算。否则，您可以将其设置为与目的地航点的最小高度误差米数，然后再使用下滑坡度来改变高度。
GLIDE_SLOPE_THR	5	m	0 100	这控制了在重建下滑坡之前飞机可能位于的下滑坡上方的高度。这对于平滑自动起飞很有用
GPS_AUTO_CONFIG	1		0：禁用自动配置 1：仅启用串行 GPS 的自动配置 2：同时启用 DroneCAN 的自动配置	控制自动舵是否应根据参数和默认设置自动配置 GPS
GPS_AUTO_SWITCH	1		0：使用主要 1：使用最佳 2：混合 4：如果 3D 修复或更好，则使用主要	自动切换到 GPS 报告最佳锁定，1：UseBest 选择具有最高状态的 GPS，如果两者相等，则使用具有最高卫星计数的 GPS 4：如果 3D 定位或更好，则使用主 3D 定位，如果 3D 定位在主定位上丢失，将恢复为“UseBest”行为

GPS_BLEND_MASK	5			通过将GPS_AUTO_SWITCH设置为2（Blend），确定在选择软切换时，使用水平位置、垂直位置和速度来计算每个GPS接收器上的权重
GPS_BLEND_TC	10	s	5.0 30.0	控制应用于GPS位置和高度偏移计算的最慢时间常数，用于调整不同GPS接收器的稳态位置差异。
GPS_CAN_NODEID1	0			首次发现的GPS的GPS节点ID。
GPS_CAN_NODEID2	0			第二次发现的GPS的GPS节点ID。
GPS_COM_PORT	1		0 100：GSOF上的COM1（RS232） 1：GSOF上的COM2（TTL）	所连接设备上的物理COM端口目前仅适用于SBF和GSOF GPS
GPS_COM_PORT2	1		0 10	所连接设备上的物理COM端口目前仅适用于SBF和GSOF GPS
GPS_DELAY_MS	0	ms	0 250	控制自动舵补偿的GPS测量延迟量。设置为零以使用检测到的GPS类型的默认延迟。
GPS_DELAY_MS2	0	ms	0 250	控制自动舵补偿的GPS测量延迟量。设置为零以使用检测到的GPS类型的默认延迟。
GPS_DRV_OPTIONS	0			其他特定于后端的选项
GPS_GNSS_MODE	0			在第一个GPS上使用的GNSS系统的位掩码（全部未选中或为零以保留GPS的配置）
GPS_GNSS_MODE2	0			在第二个GPS上使用的GNSS系统的位掩码（全部未选中或为零以保留GPS的配置）
GPS_INJECT_TO	127		0：发送到第一个GPS 1：发送到第二个GPS 127：发送到所有	GGS可以发送原始串行数据包，将数据注入到多个GPS。

GPS_MB1_TYPE	0		0：相对于备用 GPS 实例 1：相对于自定义基地	如果使用移动底座，则控制使用的移动底座的类型。
GPS_MB2_TYPE	0		0：相对于备用 GPS 实例 1：相对于自定义基地	如果使用移动底座，则控制使用的移动底座的类型。
GPS_MIN_DGPS	100		0：任意 50：浮点 RTK 100：整数 RTK	设置允许切换到 DGPS 模式之前所需的最小差分 GPS 校正类型。
GPS_MIN_ELEV	-100	deg	-100 90	这将设置卫星在地平线以上的最小高度，以便它们用于导航。如果将此值设置为 -100，则最小高程将设置为 GPS 模块默认值。
GPS_NAVFILTER	8		0：便携式 2：固定式 3：行人 4：汽车 5：海运 6：机载 1G 7：机载 2G 8：机载 4G	导航筛选器引擎设置
GPS_POS1_X	0	m	-5 5	第一个 GPS 天线在机身框架中的 X 位置。正 X 是原点的前向。如果制造商提供，请使用天线相位质心位置。
GPS_POS1_Y	0	m	-5 5	第一个 GPS 天线在机身框架中的 Y 位置。正 Y 位于原点的右侧。如果制造商提供，请使用天线相位质心位置。
GPS_POS1_Z	0	m	-5 5	机身框架中第一个 GPS 天线的 Z 位置。正 Z 从原点向下。如果制造商提供，请使用天线相位质心位置。
GPS_POS2_X	0	m	-5 5	第二个 GPS 天线在机身框架中的 X 位置。正 X 是原点的前向。如果制造商提供，请使用天线相位质心位置。
GPS_POS2_Y	0	m	-5 5	第二个 GPS 天线在机身框架中的 Y 位置。正 Y 位于原点的右侧。如果制造商提供，请使用天线相位质心位置。
GPS_POS2_Z	0	m	-5 5	第二个 GPS 天线在机身框架中的 Z 位置。正 Z 从原点向下。如果制造商提供，请使用天线相位质心位置。
GPS_PRIMARY	0		0：第一 GPS 1：第二 GPS	当 GPS_AUTO_SWITCH 为 0 时，将使用此 GPS，并在

				GPS_AUTO_SWITCH = 4 时优先使用。
GPS_RATE_MS	200	ms	50 200100:10Hz 125:8Hz 200:5Hz	控制 GPS 提供位置更新的频率。不允许降低到 5Hz（默认）以下。将速率提高到 5Hz 以上通常收效甚微，并且对于某些 GPS（例如 Ublox M9N）会严重影响性能。
GPS_RATE_MS2	200	ms	50 200100:10Hz 125:8Hz 200:5Hz	控制 GPS 提供位置更新的频率。不允许降低到 5Hz（默认）以下。将速率提高到 5Hz 以上通常收效甚微，并且对于某些 GPS（例如 Ublox M9N）会严重影响性能。
GPS_RAW_DATA	0		0：忽略 1：始终记录 2：上锁时停止记录（仅限 SBF） 5：仅每五个样本记录一次（仅限 uBlox）	处理记录原始数据;在支持原始数据的 uBlox 芯片上，这会将 RXM 消息记录到记录器中;在 Septentrio 上，这将记录设备的 SD 卡，当设置为 2 时，自动驾驶仪将尝试在上锁后停止记录并在解锁后重新启动
GPS_SAVE_CFG	2		0：不保存配置 1：保存配置 2：仅在需要时保存	确定是否应将此 GPS 的配置写入 GPS 上的非易失性存储器。目前在 UBlox 6 系列及以上工作。
GPS_SBAS_MODE	2		0：禁用 1：启用 2：无更改	这将设置 SBAS（基于卫星的增强系统）模式（如果在此 GPS 上可用）。如果设置为 2，则 GPS 中的 SBAS 模式不会更改。否则，GPS 将被重新配置为启用/禁用 SBAS。在世界上某些地区，禁用 SBAS 可能是值得的，因为那里有 SBAS 信号，但基线太长而没有用。
GPS_SBP_LOGMASK	-256		0：无 （0x0000） -1：全部 （0xFFFF） -256：仅外部 （0xFF00）	使用 SBP msg_type 字段屏蔽，以确定是否记录了 SBR1/SBR2 数据
GPS_TYPE	1		0：无 1：自动 2：uBlox 5：NMEA 6：SiRF 7：HIL 8：迅捷 Nav 9：DroneCAN 10：SBF 11：GSOF 13：ERB 14：MAV 15：新星 16：半球	第一个 GPS 的 GPS 类型

			NMEA 17：uBlox-移动基线-基地 18：uBlox-移动基线-流动站 19：MSP 20：盟友之星 21：外部 AHRS 22：无人机 CAN 移动基线-基地 23：无人机 CAN 移动基线-流动站 24：UnicoreNMEA 25：Unicore 移动基线 NMEA 26：SBF-双天线	
GPS_TYPE2	0		0：无 1：自动 2：uBlox 5：NMEA 6：SiRF 7：HIL 8：迅捷 Nav 9：DroneCAN 10：SBF 11：GSOF 13：ERB 14：MAV 15：新星 16：半球 NMEA 17：uBlox-移动基线-基地 18：uBlox-移动基线-流动站 19：MSP 20：盟友之星 21：外部 AHRS 22：无人机 CAN 移动基线-基地 23：无人机 CAN 移动基线-流动站 24：UnicoreNMEA 25：Unicore 移动基线 NMEA 26：SBF-双天线	第二个 GPS 的 GPS 类型
GPS1_CAN_OVRIDE	0			第一个 GPS 的 GPS 节点 ID。如果为 0，则 GPS 将按照先到先得的原则自动选择。
GPS2_CAN_OVRIDE	0			第二个 GPS 的 GPS 节点 ID。如果为 0，则 GPS 将按秒到秒的 GPS 自动选择。
GRIP_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	夹持器启用/禁用
GROUND_STEER_ALT	0	m	-100 100	在方向舵上使用地面转向控制器的高度。如果不为零，则 STEER2SRV 控制器将用于控制舵在家庭高度限制内的高度。
GROUND_STEER_DPS	90	deg/s	10 360	完全舵杆偏转的地面转向率（以度/秒为单位）
GUIDED_D	0			D 增益，产生与误差变化率成正比的输出

GUIDED_FF	0			FF 增益，产生与所需输入成正比的输出值
GUIDED_FLTD	5	Hz		导数滤波器频率，单位为 Hz
GUIDED_FLTE	5	Hz		误差滤波频率（Hz）
GUIDED_FLTT	5	Hz		目标滤波器频率（Hz）
GUIDED_I	0			I 增益，产生与误差幅度和持续时间成正比的输出
GUIDED_IMAX	10			I 项可以输出的最大值/最小值
GUIDED_P	5000			P 增益，产生与当前误差值成正比的输出值
GUIDED_SMAX	0.2		0 200	设置 P 和 D 组合增益产生的压摆率的上限。如果速率反馈产生的控制动作幅度超过该值，则 D+P 增益降低至符合限值。这限制了由过度增益引起的高频振荡幅度。该限制应设置为不超过执行器最大压摆率的 25%，以允许负载效应。注意：增益不会降低到低于标称值的 10%。值为零将禁用此功能。
HOME_RESET_ALT	0	m	-1 127-1：永不复位 0：永不复位	当飞行器在返航点的这个高度内时，在上锁时，它会自动更新返航位置。设置为 0 可连续重置它。
ICE_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	这样可以实现内燃机控制
INITIAL_MODE	0		0:Manual 1:CIRCLE 2:STABILIZE 3:TRAINING 4:ACRO 5:FBWA 6:FBWB 7:CRUISE 8:AUTOTUNE 10:Auto 11:RTL 12:Loiter 13:TAKEOFF 14:AVOID_ADSB 15:Guided 17:QSTABILIZE 18:QHOVER 19:QLOITER 20:QLAND 21:QRTL 22:QAUTOTUNE 23:QACRO 24:THERMAL	这将选择启动时启动的模式。当您想在没有接收器的情况下启动时以 AUTO 模式启动时，这很有用。

			25:Loiter to QLand	
INS_ACC_BODYFIX	2		1：IMU 1 2：IMU 2 3：IMU 3	用于配平计算的机身固定加速度计
INS_ACC_ID	2819082			加速度计传感器 ID，考虑其类型、总线和实例
INS_ACC1_CALTEMP	28.125	degC		第一个加速度计校准的温度
INS_ACC2_CALTEMP	34.74388	degC		校准第二个加速度计的温度
INS_ACC2_ID	2621706			Accelerometer2 传感器 ID，考虑其类型、总线和实例
INS_ACC2OFFS_X	0.1393599	m/s/s	-3.5 3.5	加速度计 2 X 轴的偏移量。这是使用加速度校准或液位操作进行的设置
INS_ACC2OFFS_Y	-0.03475111	m/s/s	-3.5 3.5	加速度计 2 Y 轴的偏移量。这是使用加速度校准或液位操作进行的设置
INS_ACC2OFFS_Z	-0.02783072	m/s/s	-3.5 3.5	加速度计 2 Z 轴的偏移量。这是使用加速度校准或液位操作进行的设置
INS_ACC2SCAL_X	0.9994807		0.8 1.2	加速度计 2 X 轴的缩放比例。在加速度校准例程期间计算
INS_ACC2SCAL_Y	1.000881		0.8 1.2	加速度计 2 Y 轴的缩放比例在加速度校准例程期间计算
INS_ACC2SCAL_Z	0.9861726		0.8 1.2	加速度计 2 Z 轴的缩放比例在加速度校准例程中计算
INS_ACCEL_FILTER	20	Hz	0 256	加速度计的滤波器截止频率。这可以设置为较低的值，以尝试应对飞机中非常高的振动水平。值为零表示不过滤（不推荐！）
INS_ACCOFFS_X	-0.00033 02188	m/s/s	-3.5 3.5	X 轴的加速度计偏移。这是使用加速度校准或液位操作进行的设置
INS_ACCOFFS_Y	0.0620189	m/s/s	-3.5 3.5	Y 轴的加速度计偏移。这是使用加速度校准或液位操作进行的设置
INS_ACCOFFS_Z	0.03571158	m/s/s	-3.5 3.5	Z 轴的加速度计偏移。这是使用加速度校准或液位操作进

				行的设置
INS_ACCSCAL_X	0.9949596		0.8 1.2	X 轴的加速度计缩放。 在加速度校准例程期间计算
INS_ACCSCAL_Y	0.9920056		0.8 1.2	Y 轴的加速度计缩放 在加速度校准例程期间计算
INS_ACCSCAL_Z	0.9940591		0.8 1.2	Z 轴的加速度计缩放 在加速度校准例程期间计算
INS_ENABLE_MASK	127			要启用的 IMU 的位掩码。它可用于防止启动检测到的特定 IMU
INS_FAST_SAMPLE	1			IMU 掩模，用于启用快速采样（如果可用）
INS_GYR_CAL	1		0：从不 1：仅启动	执行自动陀螺仪校准时的 Conrols
INS_GYR_ID	2818826			陀螺仪传感器 ID，考虑其类型、总线和实例
INS_GYR1_CALTEMP	4.25	degC		第一个陀螺仪校准的温度
INS_GYR2_CALTEMP	15.48032	degC		第二个陀螺仪校准的温度
INS_GYR2_ID	2621706			Gyro2 传感器 ID，考虑其类型、总线和实例
INS_GYR2OFFS_X	-0.01836774	rad/s		Gyro2 传感器对 X 轴的偏移。这是在陀螺仪校准期间每次启动时设置的
INS_GYR2OFFS_Y	-0.01696016	rad/s		Y 轴的 Gyro2 传感器偏移。这是在陀螺仪校准期间每次启动时设置的
INS_GYR2OFFS_Z	0.01558262	rad/s		Gyro2 传感器的 Z 轴偏移。这是在陀螺仪校准期间每次启动时设置的
INS_GYRO_FILTER	20	Hz	0 256	陀螺仪的滤波器截止频率。这可以设置为较低的值，以尝试应对飞机中非常高的振动水平。值为零表示不过滤（不推荐！
INS_GYRO_RATE	1		0:1kHz 1:2kHz 2:4kHz 3:8kHz	启用快速采样的 IMU 的陀螺仪速率。陀螺仪速率是 IMU 滤波器运行的采样率，需要至少是最大滤波器频率

				的两倍。如果传感器不支持所选速率，则将使用下一个支持的最高速率。对于不支持快速采样的 IMU，将忽略此设置，并使用默认的 1Khz 陀螺仪速率。
INS_GYROFFS_X	-0.0006068568	rad/s		陀螺仪传感器的 X 轴偏移。这是在陀螺仪校准期间每次启动时设置的
INS_GYROFFS_Y	-0.0022111339	rad/s		陀螺仪传感器的 Y 轴偏移。这是在陀螺仪校准期间每次启动时设置的
INS_GYROFFS_Z	-0.0012755601	rad/s		陀螺仪传感器的 Z 轴偏移。这是在陀螺仪校准期间每次启动时设置的
INS_HNTC2_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	谐波陷波滤波器使能
INS_HNTCH_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	谐波陷波滤波器使能
INS_LOG_BAT_CNT	1024			记录 IMU 传感器读数流时要采集的样本数。 将四舍五入为 32 的倍数。此选项在下次重新启动时生效。
INS_LOG_BAT_LGCT	32			每 INS_LOG_BAT_LGIN 推送计数的样本数
INS_LOG_BAT_LGIN	20	ms		将样本推送到 AP_Logger 日志之间的间隔
INS_LOG_BAT_MASK	0			要为其记录批处理数据的 IMU 的位图。此选项在下次重新启动时生效。
INS_LOG_BAT_OPT	0			批量进样器的选项
INS_POS1_X	0	m	-5 5	第一个 IMU 加速度计在机身框架中的 X 位置。正 X 是原点的前向。注意： IMU 应尽可能靠近无人机，以便将此参数的值降至最低。否则，由于振动和 IMU 陀螺仪噪声，可能会导致导航速度测量

				噪声。如果 IMU 无法移动并且速度噪声是一个问题，则可以使用靠近 IMU 的位置作为机身框架原点。
INS_POS1_Y	0	m	-5 5	机身框架中第一个 IMU 加速度计的 Y 位置。正 Y 位于原点的右侧。注意： IMU 应尽可能靠近无人机，以便将此参数的值降至最低。否则，由于振动和 IMU 陀螺仪噪声，可能会导致导航速度测量噪声。如果 IMU 无法移动并且速度噪声是一个问题，则可以使用靠近 IMU 的位置作为机身框架原点。
INS_POS1_Z	0	m	-5 5	机身框架中第一个 IMU 加速度计的 Z 位置。正 Z 从原点向下。注意： IMU 应尽可能靠近无人机，以便将此参数的值降至最低。否则，由于振动和 IMU 陀螺仪噪声，可能会导致导航速度测量噪声。如果 IMU 无法移动并且速度噪声是一个问题，则可以使用靠近 IMU 的位置作为机身框架原点。
INS_POS2_X	0	m	-5 5	第二个 IMU 加速度计在机身框架中的 X 位置。正 X 是原点的前向。注意： IMU 应尽可能靠近无人机，以便将此参数的值降至最低。否则，由于振动和 IMU 陀螺仪噪声，可能会导致导航速度测量噪声。如果 IMU 无法移动并且速度噪声是一个问题，则可以使用靠近 IMU 的位置作为机身框架原点。
INS_POS2_Y	0	m	-5 5	机身框架中第二个 IMU 加速度计的 Y 位置。正 Y 位于原点的右侧。注意： IMU 应尽可能靠近无人机，以便将此参数的值降至最低。否则，由于振动和 IMU 陀螺仪噪声，可能会导致导航速度测量

				噪声。如果 IMU 无法移动并且速度噪声是一个问题，则可以使用靠近 IMU 的位置作为机身框架原点。
INS_POS2_Z	0	m	-5 5	机身框架中第二个 IMU 加速度计的 Z 位置。正 Z 从原点向下。注意： IMU 应尽可能靠近无人机，以便将此参数的值降至最低。否则，由于振动和 IMU 陀螺仪噪声，可能会导致导航速度测量噪声。如果 IMU 无法移动并且速度噪声是一个问题，则可以使用靠近 IMU 的位置作为机身框架原点。
INS_STILL_THRESH	0.1		0.05 50	容忍振动的阈值，以确定无人机是否静止不动。这取决于框架类型，以及发射前或着陆后电机是否持续振动。总静止约为 0.05。建议值：飞机/漫游车使用 0.1，多旋翼使用 1，tradHeli 使用 5
INS_TCAL_OPTIONS	0			这可实现可选的温度校准功能。设置 PersistParams 将在下次更新引导加载程序时将加速度计和温度校准参数保存在引导加载程序扇区中。
INS_TCAL1_ENABLE	0		0：禁用 1：启用 2：学习校准	允许使用此 IMU 的温度校准参数。对于自动学习，设置为 2 并将 INS_TCALn_TMAX 设置为目标温度，然后重新启动
INS_TCAL2_ENABLE	0		0：禁用 1：启用 2：学习校准	允许使用此 IMU 的温度校准参数。对于自动学习，设置为 2 并将 INS_TCALn_TMAX 设置为目标温度，然后重新启动
INS_TRIM_OPTION	1		0：不调整装饰 1：假设第一个方向是水平 2：假设 ACC_BODYFIX 与无人机完全对齐	指定加速校准例程如何确定修剪
INS_USE	1		0：禁用 1：启用	使用第一个 IMU 进行姿态、速度和位置估计

INS_USE2	1		0：禁用 1：启用	使用第二个 IMU 进行姿态、速度和位置估计
KFF_RDDRMIX	0.5		0 1	副翼运动期间要添加的方向舵量。如果鼻子最初偏航远离滚动，则增加。减少偏航不良。
KFF_THR2PTCH	0		-5 5	俯仰以与油门成比例地增加。100% 油门会将这个度数添加到俯仰目标上。
LAND_ABORT_DEG	0	deg	0 90	当在着陆期间使用测距仪进行气压漂移（RNGFND_LANDING=1）的高度校正时，使用此参数，并且高度校正表明您的实际高度高于预期的坡度路径。通常情况下，它会陡峭地下降，但这可能会导致高空速坠毁，因此这允许记住气压偏移并自行中止着陆，并在应用正确的气压偏移的情况下进行另一次着陆以获得完美的坡度。自动中止的绕过只会发生一次，下一次尝试不会再次自动中止。此操作在自动模式下完全自动发生。与原始斜率相比，此值是触发绕行的增量度阈值。示例：如果设置为 5 度，任务计划坡度为 15 度，则如果新坡度为 21，则它将绕行。设置为 0 可禁用。需要 LAND_SLOPE_RCALC > 0。
LAND_ABORT_THR	0		0：禁用 1：启用	允许使用输入油门 >= 90% 触发着陆中止。无论是否启用棒状混合，这都有效。
LAND_DISARMDELAY	20	s	0 127	使用 LAND 航点完成着陆后，在经过此几秒后自动上锁。使用 0 表示不上锁。
LAND_FLAP_PERCNT	0	%	0 100	应用于自动着陆的着陆进近和耀斑的襟翼数量（以百分比表示）
LAND_FLARE_ALT	3	m	0 30	将高度设定为自动降落中锁定航向和发动机参数至 LAND_PITCH_CD。请注意，此选项是

				LAND_FLARE_SEC 的辅助选项。为了实现良好的降落，最好是 LAND_FLARE_SEC 触发着陆前抬头机动。
LAND_FLARE_SEC	2	s	0 10	在着陆点之前的垂直时间内，通过停止发动机锁定航向和进行抬头机动。这是垂直时间，仅基于当前离地高度和当前下降速率进行计算。如果您只希望根据高度进行抬头机动（参见 LAND_FLARE_ALT），则将其设置为 0。
LAND_OPTIONS	0			用于登陆的选项的位掩码。
LAND_PF_ALT	10	m	0 30	当高度达到触发预抬头飞行阶段的高度时，即触发 LAND_PF_ARSPD 控制空速。预抬头飞行阶段的触发方式与 LAND_FLARE_ALT 类似，但触发高度更高。当 LAND_PF_ARSPD 为 0 时，此功能将被禁用。
LAND_PF_ARSPD	0	m/s	0 30	预抬头飞行阶段期间的目标空速。在抬头机动之前减小空速非常有用。使用 0 来禁用该功能。
LAND_PF_SEC	6	s	0 10	触发预抬头飞行阶段的离地垂直时间，在此阶段中 LAND_PF_ARSPD 控制空速。这个预抬头飞行阶段的触发方式类似于 LAND_FLARE_SEC，但是较早触发。当 LAND_PF_ARSPD 为 0 时，此功能将被禁用。
LAND_PITCH_CD	0	cdeg	-2000 2000	在自动着陆中使用，用于在着陆的最后阶段（抬头机动之后）给出最小俯仰角度。该参数可用于确保最终着陆姿态适合飞机的起落架类型。需要注意的是，这仅是最小俯仰角度 - 着陆代码将控制超过该值的俯仰角度，以尝试实现配

				置的着陆下降率。
LAND_SLOPE_RCALC	2	m	0 5	当在着陆期间使用测距仪进行气压漂移（RNGFND_LANDING=1）的高度校正时，使用此参数，并且高度校正表明您的高度低于预期的坡度路径。该值是重新计算着陆进近坡度的修正阈值。设置为零以保持原始坡度一直向下，任何检测到的气压漂移都将通过向上俯仰/节流来纠正，以恢复原始坡度路径。否则，当测距仪高度校正超过此阈值时，它将触发重新计算斜率以给出更浅的斜率。这也使飞越树木等物体时的接近更加平滑。建议值为2m。
LAND_THEN_NEUTRL	0		0：禁用 1：舵机到中性 2：舵机到零 PWM	启用后，在发生自动着陆和通过 LAND_DISARMDELAY 自动上锁后，将所有舵机设置为空档。当飞机颠倒着陆或疯狂角度导致舵机拉伤时，这很有帮助。
LAND_THR_SLEW	0	%	0 127	此参数设置自动着陆期间油门的压摆率。当此值为零时，在着陆期间使用 THR_SLEWRATE 参数。该值是每秒油门变化的百分比，因此值 20 表示在着陆时将油门推进 5 秒以上。不建议低于 50 的值，因为它可能会在空速较低且您无法足够快地加速时导致失速。
LAND_TYPE	0		0：标准滑坡 1：深失速	指定要使用的自动着陆类型
LEVEL_ROLL_LIMIT	5	deg	0 45	这控制了在需要水平飞行的飞行模式（例如着陆的最后阶段和自动起飞期间）的最大倾斜角度（以度为单位）。这应该是一个小角度（例如 5 度），以防止机翼在起飞或着陆时撞到跑道。将其设置为零将完全禁用自动起飞时的航

				向保持，同时低于 5 米和在最终着陆进近的耀斑部分。
LGR_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	启用起落架控制
LIM_PITCH_MAX	2000	cdeg	0 9000	在具有稳定限制的模式下命令的最大俯仰角。
LIM_PITCH_MIN	-2500	cdeg	-9000 0	在具有稳定限制的模式下控制最大俯仰角
LIM_ROLL_CD	4500	cdeg	0 9000	在具有稳定限制的模式下命令的最大倾斜角度。增加此值以获得更急转弯，但减小此值以防止加速失速。
LOG_BACKEND_TYPE	1			要启用的 Logger 后端类型的位图。基于块的日志记录可在 SITL 和带有数据闪存芯片的电路板上使用。可以选择多个后端。
LOG_BITMASK	65535			要启用的板载日志类型的位图。此值由要保存的每种日志类型的总和组成。通常最好通过将此值设置为 65535 来启用所有基本日志类型。
LOG_DISARMED	0		0：禁用 1：启用 2：在 USB 连接时禁用 3：如果从未解锁，则在重新启动时丢弃登录	如果 LOG_DISARMED 设置为 1，则日志记录将始终启用，包括上锁时。解锁前的日志记录可能会生成非常大的日志文件，但在跟踪启动问题时会很有帮助，如果通过 LOG_REPLAY 参数选择记录 EKF 回放数据，则这是必要的。如果 LOG_DISARMED 设置为 2，则在上锁时将启用日志记录，但如果检测到 USB 连接，则不会启用日志记录。这可用于防止在通过 USB 连接无人机以下载日志或更改参数时生成不需要的数据日志。如果 LOG_DISARMED 设置为 3，则在上锁时将进行日志记录，但如果无人机从未上锁，则使用文件系统后端的日志将在下次启动时丢弃。

LOG_FILE_BUFSIZE	80			文件和块后端在写入块设备之前使用缓冲区来存储数据。 提高此值可能会减少 SD 卡日志记录中的“间隙”。此缓冲区大小可能会减小，具体取决于可用内存。 PixHawk 至少需要 4 KB。 此处提供的最大值为 64 KB。
LOG_FILE_DSRMROT	0		0：禁用 1：启用	设置后，当前日志文件将在无人机上锁时关闭。 如果设置了 LOG_DISARMED，则将打开一个新日志。适用于“文件”和“块”日志记录后端。
LOG_FILE_MB_FREE	500	MB	10 1000	设置此设置，使可用空间大于最大的典型飞行日志
LOG_FILE_RATEMAX	0	Hz	0 1000	这将设置流式处理日志消息将记录到文件后端的最大速率。值为零表示禁用速率限制。
LOG_FILE_TIMEOUT	5	s		这控制了在日志文件写入失败导致文件关闭和日志记录停止之前的时间量。
LOG_MAV_BUFSIZE	8	kB		分配给 AP_Logger-over-mavlink 的最大内存量
LOG_MAV_RATEMAX	0	Hz	0 1000	这将设置流日志消息将记录到 mavlink 后端的最大速率。值为零表示禁用速率限制。
LOG_REPLAY	0		0：禁用 1：启用	如果 LOG_REPLAY 设置为 1，则 EKF2 和 EKF3 状态估计器将记录诊断卡尔曼滤波器问题所需的详细信息。 LOG_DISARMED 必须设置为 1 或 2，否则日志将不包含 EKF 重放测试所需的飞行前数据。建议您同时提高 LOG_FILE_BUFSIZE 以提供更多的缓冲区空间用于日志记录，并使用高质量的 microSD 卡以确保不会丢失传感器数据。

MAN_EXPO_PITCH	0		0 100	MANUAL 、 ACRO 和 TRAINING 模式下俯仰输入的百分比指数
MAN_EXPO_ROLL	0		0 100	MANUAL 、 ACRO 和 TRAINING 模式下滚动输入的百分比指数
MAN_EXPO_RUDDER	0		0 100	MANUAL 、 ACRO 和 TRAINING 模式下方向舵输入的百分比指数
MANUAL_RCMASK	0			在 MANUAL 模式下，R/C 通道的掩码可直接传递到相应的输出通道。在除 MANUAL 以外的任何模式下,使用此选项选择的通道运行正常。该参数旨在允许使用基于发射器的混音将复杂的混音策略用于手动飞行。请注意，使用此选项时，您需要非常小心地进行印前检查,以确保输出在手动和非手动模式下都是正确的。
MIN_GNDSPD_CM	0	cm/s		在空速控制下,最小地面速度（厘米/秒）
MIS_OPTIONS	0			在任务中使用的选项的位掩码。
MIS_RESTART	0		0：恢复任务 1：重启任务	进入自动模式时控制任务起点(从任务开始重新启动或从上次命令运行恢复)
MIS_TOTAL	0		0 32766	地面站已加载的任务任务项目数。请勿手动更改此设置。
MIXING_GAIN	0.5		0.5 1.2	Vtail 和 elevon 输出混频器的增益。默认值为 0.5，可确保混频器不会饱和,从而允许两个输入通道达到极致,同时保持对输出的控制。硬件混音器通常具有 1.0 的增益，这提供了更多的伺服抛向,但可能会饱和。如果您在启用 VTAIL_OUTPUT 或 ELEVON_OUTPUT 的情况下没有足够的舵机投射,则可以使用 MIXING_GAIN 提高增益。混频器允许 900 至

				2100 微秒范围内的输出。
MIXING_OFFSET	0	d%	-1000 1000	Vtail 和 elevon 输出混频器的偏移量，以百分比表示。这可以与 MIXING_GAIN 结合使用，以配置控制表面对输入的响应方式。通过将此参数设置为正值或负值，可以增加对副翼或升降舵输入的响应。一个常见的用法是输入一个正值来增加飞翼升降机的副翼响应。默认值为零将使副翼输入响应等于升降舵输入响应。
MNT1_TYPE	0		0:None 1:Servo 2:3DR Solo 3:Alexmos Serial 4:SToRM32 MAVLink 5:SToRM32 Serial 6:Gremsy 7:BrushlessPWM 8:Siyi 9:Scripting 10:Xacti 11:Viewpro	安装类型
MNT2_TYPE	0		0:None 1:Servo 2:3DR Solo 3:Alexmos Serial 4:SToRM32 MAVLink 5:SToRM32 Serial 6:Gremsy 7:BrushlessPWM 8:Siyi 9:Scripting 10:Xacti 11:Viewpro	安装类型
MSP_OPTIONS	0			用于设置某些 MSP 特定选项的位掩码：Enable 串口 etryMode - 当只有 OSD ic 的 rx 线连接到自动驾驶仪时允许“推送”模式遥测，如果 OSD 使用这些索引而不是 ArduPilot 字体，则 EnableBTFLFonts - 使用与 Betaflight 字体对应的索引。
MSP_OSD_NCELLS	0		0：自动 1：1 2：2 3：3 4：4 5：5 6：6 7：7 8：8 9：9 10：10 11：11 12：12 13：13 14：14	用于平均电池电压计算
NAVL1_DAMPING	0.75		0.6 1.0	L1 控制的阻尼比。如果在路径跟踪中遇到超调，请以 0.05 的增量增加此值。不应将值设置为低于 0.7 或高于 0.85。

NAVL1_LIM_BANK	0	deg	0 89	连续盘旋的海平面岸角限制。（用于计算高空的机身载荷极限）。设置为 0 时，将直接缩放盘旋半径
NAVL1_PERIOD	17	s	1 60	L1 跟踪循环的周期（以秒为单位）。此参数是自动模式下转弯攻击性的主要控制。对于响应速度较慢的机身，这需要更大。默认值 20 是相当保守的，但对于大多数 RC 飞机来说会导致合理的飞行。对于更小、更敏捷的飞机，接近 15 的值是合适的，对于一些非常敏捷的飞机，甚至低至 10。调整时，以较小的增量更改此值，因为太小的值（例如比正确值低 5 或 10）可能会导致非常激进的转弯，并有停滞的风险。
NAVL1_XTRACK_I	0.02		0 0.1	交叉跟踪误差积分器增益。该增益应用于交叉跟踪误差，以确保其收敛到零。设置为零可禁用。较小的值收敛较慢，较高的值将导致交叉轨道误差振荡。
NTF_BUZZ_ON_LVL	1		0：低 IsOn 1：高 IsOn	指定指示蜂鸣器应播放的引脚电平
NTF_BUZZ_PIN	-1		-1：禁用	能够将有源蜂鸣器连接到任意引脚。需要 3 引脚蜂鸣器或额外的 MOSFET！一些 Wiki 的“GPIO”页面，了解如何确定给定自动驾驶仪的引脚号。
NTF_BUZZ_TYPES	5			控制将启用哪些类型的蜂鸣器
NTF_BUZZ_VOLUME	100	%	0 100	控制蜂鸣器的音量
NTF_DISPLAY_TYPE	0		0：禁用 1：ssd1306 2：sh1106 10：SITL	这将设置板载 I2C 显示器的类型。默认情况下禁用。
NTF_LED_BRIGHT	3		0：关 1：低 2：中 3：高	选择 RGB LED 亮度级别。连接 USB 时，无论设置如

				何，亮度都不会高于低。
NTF_LED_LEN	1		1 32	用于通知的串行 LED 数量（NeoPixel 和 ProfiLED）
NTF_LED_OVERRIDE	0		0：标准 1：MAVLink/脚本/AP_Periph 2：Outback 挑战 3：红绿灯	指定 LED 的颜色和亮度的来源。 OutbackChallenge 符合 MedicalExpress（ https://uavchallenge.org/medical-express/） 规则，本质上“绿色”是解除武装（安全接近），“红色”是武装（非安全接近）。交通灯是简化的颜色集，解锁时为红色，安全开关未压住输出（但已上锁）时为黄色，输出被压下并上锁时为绿色，如果上锁且解锁检查失败，LED 将闪烁得更快。
NTF_LED_TYPES	199			控制将启用哪些类型的 LED
ONESHOT_MASK	0			使用 oneshot 的输出通道掩码
OSD_TYPE	0		0：无 1：MAX7456 2：SITL 3：MSP 4：TX 仅 5：MSP_DISPLAYPORT	OSD 类型。 TXONLY 使 OSD 参数选择可用于其他模块，即使板上没有本机 OSD 支持，例如 CRSF。
PTCH_RATE_D	0		0.001 0.03	俯仰轴速率控制器 D 增益。 补偿所需滚筒速率与实际滚筒速率之间的短期变化
PTCH_RATE_FF	0.345		0 3.0	俯仰轴速率控制器前馈
PTCH_RATE_FLTD	12	Hz	0 50	俯仰轴速率控制器导数频率（Hz）
PTCH_RATE_FLTE	0	Hz	2 50	俯仰轴速率控制器误差频率（Hz）
PTCH_RATE_FLTT	3	Hz	2 50	俯仰轴速率控制器目标频率（Hz）
PTCH_RATE_I	0.15		0.01 0.6	俯仰轴速率控制器 I 增益。纠正期望滚筒速率与实际滚筒速率之间的长期差异
PTCH_RATE_IMAX	0.666		0 1	俯仰轴速率控制器 I 增益最大。 约束 I 项将输出的最大值
PTCH_RATE_P	0.04		0.08 0.35	俯仰轴速率控制器 P 增益。根据所需螺距率与实际螺距

				率之间的差值按比例进行校正
PTCH_RATE_SMAX	150		0 200	设置 P 和 D 组合增益产生的压摆率的上限。如果速率反馈产生的控制动作幅度超过该值，则 D+P 增益降低至符合限值。这限制了由过度增益引起的高频振荡幅度。该限制应设置为不超过执行器最大压摆率的 25%，以允许负载效应。注意：增益不会降低到低于标称值的 10%。值为零将禁用此功能。
PTCH2SRV_RLL	1		0.7 1.5	在俯仰中增加增益，以防止飞机轮流下降或上升。以 0.05 的增量增加以减少高度损失。随着海拔高度的增加而降低。
PTCH2SRV_RMAX_DN	0	deg/s	0 100	这设置了姿态控制器在角度稳定模式下所需的最大机头向下俯仰率（度/秒）。将其设置为零将禁用该限制。
PTCH2SRV_RMAX_UP	0	deg/s	0 100	这设置了姿态控制器在角度稳定模式下所需的最大机头向上俯仰率（度/秒）。将其设置为零将禁用该限制。
PTCH2SRV_TCONST	0.5	s	0.4 1.0	从要求到达到俯仰角的时间常数（以秒为单位）。大多数型号对 0.5 的响应良好。为了加快响应速度，可以减少设置，但设置得低于模型所能达到的程度将无济于事。
Q_ENABLE	0		0：禁用 1：启用 2：启用 VTOL 自动	这启用了 QuadPlane 功能，假设多旋翼电机在输出 5 上启动。如果设置为 2，则在启动 AUTO 模式时，它最初将处于 VTOL AUTO 模式。
RALLY_INCL_HOME	0		0:DoNotIncludeHome 1:IncludeHome	控制 Home 是否被列为 RTL 的集会点（即作为安全着陆点）
RALLY_LIMIT_KM	5	km		到集结点的最大距离。如果最近的集结点距离当前位置超过此公里数，并且起始位置比距当前位置的任何集结点更近，则执行 RTL 到本站而不

				是最近的集结点。这样可以防止意外使用不同机场的剩余集结点。如果设置为 0，则始终使用最近的集结点。
RALLY_TOTAL	0			当前加载的集结点数
RC_OPTIONS	32			RC 输入选项
RC_OVERRIDE_TIME	3	s	0.0 120.0	超时，在此之后将不再使用 RC 覆盖，并且 RC 输入将恢复，0 将禁用 RC 覆盖，-1 将永远不会超时，并继续使用覆盖，直到它们被禁用
RC_PROTOCOLS	1			已启用 RC 协议的位掩码。允许将协议检测范围缩小到仅特定类型的 RC 接收器，从而避免错误检测的问题。设置为 1 可启用所有协议。
RC1_DZ	30	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC1_MAX	1935	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC1_MIN	1095	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC1_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：反向飞行启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：游荡模式 58：清除航	分配给此 RC 通道的功能

			点 62：指南针学习 64：反向油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3pos 84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随 禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔使能 89：着陆耀斑 90：EKF Pos 源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：模式开关触发重新读取 98：训练模式 100：杀戮 IMU1 101：杀戮 IMU2 102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：KillIMU3 112：SwitchExternalAHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm with Quadplane AirMode（4.2 及更高版本） 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 动作到 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标使能 162：FFT 调谐 163：挂载锁 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：Q 稳定模式 171：校准罗盘 172：电池 MPPT 使能 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机 Fwd 油门覆盖启用 208：襟翼 209：	

			垂直起降前向油门 210：空气制动器 212：安装 1 滚动 213：安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：装载 2 卷 216：装载 2 间距 217：装载 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC1_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC1_TRIM	1515	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC10_DZ	0	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC10_MAX	1900	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC10_MIN	1100	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC10_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：InvertedFlight 启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：盘旋模式 58：清除航点 62：指南针学习	分配给此 RC 通道的功能

			64：倒油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3pos 84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔启用 89：着陆耀斑 90：EKF Pos 源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：触发模式开关的重新读取 98：训练模式 100：杀戮 IMU1 101：杀戮 IMU2 102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：杀戮 IMU3 112：切换外部 AHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm 与四翼飞机 AirMode（4.2 及更高版本） 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 操作符合 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标启用 162：FFT 调谐 163：挂载锁 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：Q 稳定模式 171：校准罗盘 172：电池 MPPT 使能 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机前驱油门超控使能 208：襟翼 209：VTOL 正	

			向油门 210：空气制动器 212：安装 1 滚动 213：安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：安装 2 滚动 216：安装 2 间距 217：安装 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC10_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC10_TRIM	1500	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC11_DZ	0	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC11_MAX	1900	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC11_MIN	1100	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC11_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：反向飞行启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：游荡模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：反向油门 65：GPS 禁用 66：	分配给此 RC 通道的功能

			继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：缴械 82：QAssist 3 位 84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔启用 89：着陆耀斑 90：EKF Pos 源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：触发模式开关的重新读取 98：训练模式 100：杀戮 IMU1 101：杀戮 IMU2 102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：KillIMU3 112：SwitchExternalAHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm with Quadplane AirMode（4.2 及更高版本） 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 动作到 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标使能 162：FFT 调谐 163：挂载锁定 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：QSTABIL 模式 171：校准罗盘 172：电池 MPPT 启用 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机前油门超控使能 208：襟翼 209：垂直起降前向油门 210：空气制动器 212：安装 1 卷 213：	

			安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：装载 2 卷 216：装载 2 间距 217：装载 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC11_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC11_TRIM	1500	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC12_DZ	0	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC12_MAX	1900	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC12_MIN	1100	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC12_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：反向飞行启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：游荡模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：反向油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器	分配给此 RC 通道的功能

			6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3pos 84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔启用 89：着陆耀斑 90：EKF 位置源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：触发模式开关的重新读取 98：训练模式 100：杀戮 IMU1 101：杀戮 IMU2 102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：杀戮 IMU3 112：切换外部 AHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm with Quadplane AirMode（4.2 及更高版本） 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 操作符合 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标启用 162：FFT 调谐 163：挂载锁 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：QSTABIL 模式 171：校准罗盘 172：电池 MPPT 启用 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机 Fwd 油门超控使能 208：襟翼 209：垂直起降前向油门 210：空气制动器 212：安装 1 卷 213：安装 1 间距 214：安	

			装 1 偏航 215：安装 2 卷 216：安装 2 间距 217：安装 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC12_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC12_TRIM	1500	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC13_DZ	0	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC13_MAX	1900	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC13_MIN	1100	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC13_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：反向飞行启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：游荡模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：反向油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控	分配给此 RC 通道的功能

			制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3pos 84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随 禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔 启用 89：着陆 耀斑 90：EKF Pos 源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：触发模式开关的重新读数 98：训练模式 100：杀戮 IMU1 101：杀戮 IMU2 102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：杀戮 IMU3 112：切换外部 AHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm with Quadplane AirMode（4.2 及更高版本） 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 操作到 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标启用 162：FFT 调谐 163：挂载锁 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：Q 稳定模式 171：校准罗盘 172：电池 MPPT 使能 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机 Fwd 油门覆盖启用 208：襟翼 209：垂直起降正向油门 210：空气制动器 212：安装 1 卷 213：安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：安装 2 卷 216：安装 2 间距 217：安	

			装2 偏航 300:脚本1 301：脚本2 302：脚本3 303：脚本4 304：脚本5 305：脚本6 306：脚本7 307：脚本8	
RC13_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC13_TRIM	1500	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC14_DZ	0	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC14_MAX	1900	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC14_MIN	1100	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC14_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：反向飞行启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：游荡模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：反向油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3 位	分配给此 RC 通道的功能

			84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随 禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔 启用 89：着陆耀斑 90：EKF 位置源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：触发模式开关的重新读取 98：训练模式 100：KillIMU1 101：KillIMU2102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：杀戮 IMU3 112：切换外部 AHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm with Quadplane AirMode（4.2 及更高版本） 155：将滚动俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 动作到 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标使能 162：FFT 调谐 163：挂载锁定 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：QSTABIL 模式 171：校准指南针 172：电池 MPPT 启用 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机 Fwd 油门超控启用 208：襟翼 209：VTOL 前向油门 210：空气制动器 212：安装 1 卷 213：安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：安装 2 卷 216：安装 2 间距 217：安装 2 偏航 300：脚本 1 301：脚	

			本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC14_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC14_TRIM	1500	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC15_DZ	0	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC15_MAX	1900	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC15_MIN	1100	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC15_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：InvertedFlight 启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：盘旋模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：倒油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3pos 84：AirMode 85：发电	分配给此 RC 通道的功能

			机 86：非自动地形跟随禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔启用 89：着陆耀斑 90：EKF Pos 源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：触发模式开关的重新读取 98：训练模式 100：杀戮 IMU1 101：杀戮 IMU2 102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：杀戮 IMU3 112：切换外部 AHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm 与四翼飞机 AirMode（4.2 及更高版本） 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 操作符合 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标启用 162：FFT 调谐 163：挂载锁 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：Q 稳定模式 171：校准罗盘 172：电池 MPPT 使能 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机前驱油门超控使能 208：襟翼 209：VTOL 正向油门 210：空气制动器 212：安装 1 滚动 213：安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：安装 2 滚动 216：安装 2 间距 217：安装 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本	

			4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC15_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC15_TRIM	1500	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC16_DZ	0	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC16_MAX	1900	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC16_MIN	1100	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC16_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：反向飞行启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：游荡模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：反向油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3 位 84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随 禁用	分配给此 RC 通道的功能

			87：乌鸦选择 88：翱翔 启用 89：着陆耀斑 90：EKF 位置源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：触发模式开关的重新读取 98：训练模式 100：KillIMU1 101：KillIMU2102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：杀戮 IMU3 112：切换外部 AHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm with Quadplane AirMode（4.2 及更高版本） 155：将滚动俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 动作到 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标使能 162：FFT 调谐 163：挂载锁定 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：QSTABIL 模式 171：校准指南针 172：电池 MPPT 启用 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机 前驱油门覆盖启用 208：襟翼 209：垂直起降正向油门 210：空气制动器 212：安装 1 滚动 213：安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：安装 2 卷 216：安装 2 间距 217：安装 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本	

			6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC16_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC16_TRIM	1500	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC2_DZ	30	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC2_MAX	1935	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC2_MIN	1095	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC2_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：反向飞行启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：游荡模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：反向油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3pos 84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随 禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔使	分配给此 RC 通道的功能

			能 89：着陆耀斑 90：EKF Pos 源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：模式开关触发重新读取 98：训练模式 100：杀戮 IMU1 101：杀戮 IMU2 102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：杀戮 IMU3 112：SwitchExternalAHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm with Quadplane AirMode（4.2 及更高版本） 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC157：强制 FS 操作到 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标启用 162：FFT 调谐 163：挂载锁 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：QSTABIL 模式 171：校准罗盘 172：电池 MPPT 使能 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机 Fwd 油门覆盖启用 208：襟翼 209：垂直起降前向油门 210：空气制动器 212：安装 1 卷 213：安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：安装 2 卷 216：安装 2 间距 217：安装 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC2_REV	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表

ERSED				示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC2_TRIM	1513	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC3_DZ	30	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC3_MAX	1935	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC3_MIN	1095	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC3_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：InvertedFlight 启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：盘旋模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：倒油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3pos 84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔启用 89：着陆耀斑 90：EKF Pos 源 91：空速比校	分配给此 RC 通道的功能

			准 92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：触发模式开关的重新读取 98：训练模式 100：KillIMU1 101：KillIMU2 102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：杀戮 IMU3112：SwitchExternalAHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm 与四翼飞机 AirMode（4.2 及更高版本） 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 动作到 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标使能 162：FFT 调谐 163：挂载锁 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：Q 稳定模式 171：校准罗盘 172：电池 MPPT 启用 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机 Fwd 油门超控使能 208：襟翼 209：垂直起降正向油门 210：空气制动器 212：安装 1 卷 213：安装 1 间距 214：挂载 1 偏航 215：挂载 2 卷 216：挂载 2 俯仰 217：挂载 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC3_REV	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表

ERSED				示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC3_TRIM	1095	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC4_DZ	30	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC4_MAX	1935	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC4_MIN	1095	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC4_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：反向飞行启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：游荡模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：反向油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3pos 84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随 禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔使能 89：着陆耀斑 90：EKF Pos 源 91：空速比校准	分配给此 RC 通道的功能

			92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：模式开关触发重新读取 98：训练模式 100：杀戮 IMU1 101：杀戮 IMU2 102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：杀戮 IMU3 112：SwitchExternalAHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm with Quadplane AirMode（4.2 及更高版本） 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 动作到 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标使能 162：FFT 调谐 163：挂载锁 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：QSTABIL 模式 171：校准指南针 172：电池 MPPT 使能 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机前驱油门超控启用 208：襟翼 209：垂直起降正向油门 210：空气制动器 212：安装 1 滚动 213：安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：安装 2 滚动 216：安装 2 间距 217：安装 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC4_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反

				转此输入通道。
RC4_TRIM	1513	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC5_DZ	0	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC5_MAX	1935	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC5_MIN	1095	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC5_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：InvertedFlight 启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：游荡模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：倒油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3 位 84：Air 模式 85：发电机 86：非自动地形跟随禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔启用 89：着陆耀斑 90：EKF 位置源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：	分配给此 RC 通道的功能

			VTX 电源 95：FBWA 尾翼拖曳起飞模式 96：触发模式开关的重新读取 98：训练模式 100：杀戮 IMU1 101：杀戮 IMU2 102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：KillIMU3 112：SwitchExternalAHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：具有四平面 AirMode（4.2 及更高版本）的 ArmDisarm 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 操作到 FBWA158：Optflow 校准 160：风向标使能 162：FFT 调谐 163：挂载锁 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：QSTABILIZE 模式 171：校准罗盘 172：电池 MPPT 使能 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机 前驱油门覆盖启用 208：襟翼 209：垂直起降正向油门 210：空气制动器 212：安装 1 滚动 213：安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：安装 2 卷 216：安装 2 间距 217：安装 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC5_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反

				转此输入通道。
RC5_TRIM	1935	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC6_DZ	0	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC6_MAX	1900	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC6_MIN	1100	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC6_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：反向飞行启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：游荡模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：反向油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3pos 84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔 启用 89：着陆耀斑 90：EKF 位置源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：VTX	分配给此 RC 通道的功能

			电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：触发模式开关的重新读取 98：训练模式 100：杀戮 IMU1 101：杀戮 IMU2 102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：杀戮 IMU3 112：切换外部 AHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm 与四翼飞机 AirMode（4.2 及更高版本） 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 动作到 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标使能 162：FFT 调谐 163：挂载锁 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：Q 稳定模式 171：校准罗盘 172：电池 MPPT 使能 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机 Fwd 油门覆盖启用 208：襟翼 209：垂直起降正向油门 210：空气制动器 212：安装 1 卷 213：安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：安装 2 卷 216：安装 2 间距 217：安装 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC6_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC6_TRI	1500	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲

M				宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC7_DZ	0	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC7_MAX	1900	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC7_MIN	1100	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC7_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：反向飞行启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：游荡模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：反向油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：缴械 82：QAssist 3 位 84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔启用 89：着陆耀斑 90：EKF Pos 源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：触发模式开关	分配给此 RC 通道的功能

			的重新读取 98：训练模式 100：杀戮 IMU1 101：杀戮 IMU2 102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：KillIMU3 112：切换外部 AHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm with Quadplane AirMode（4.2 及更高版本） 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 动作到 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标使能 162：FFT 调谐 163：挂载锁 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：Q 稳定模式 171：校准罗盘 172：电池 MPPT 使能 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机 Fwd 油门覆盖启用 208：襟翼 209：垂直起降前向油门 210：空气制动器 212：安装 1 滚动 213：安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：装载 2 卷 216：装载 2 间距 217：装载 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC7_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC7_TRIM	1500	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000

				是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC8_DZ	0	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC8_MAX	1900	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC8_MIN	1100	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC8_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：反向飞行启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：游荡模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：反向油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3pos 84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔启用 89：着陆耀斑 90：EKF 位置源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：触发模式开关的重新读取 98：训练模式	分配给此 RC 通道的功能

			100：杀戮 IMU1 101：杀戮 IMU2 102：相机模式切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：杀戮 IMU3 112：切换外部 AHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm with Quadplane AirMode（4.2 及更高版本） 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 操作符合 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标启用 162：FFT 调谐 163：挂载锁 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：QSTABIL 模式 171：校准罗盘 172：电池 MPPT 启用 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机 Fwd 油门覆盖启用 208：襟翼 209：垂直起降正向油门 210：空气制动器 212：安装 1 卷 213：安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：安装 2 卷 216：安装 2 间距 217：安装 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC8_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC8_TRIM	1500	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。

RC9_DZ	0	PWM	0 200	PWM 死区（以微秒为单位）在微调或底部附近
RC9_MAX	1900	PWM	800 2200	RC 最大 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC9_MIN	1100	PWM	800 2200	RC 最小 PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
RC9_OPTION	0		0：无所事事 4：RTL 9：相机触发 11：围栏启用 16：自动模式 22：降落伞释放 24：自动任务重置 27：缩回安装座 1 28：继电器开/关 29：起落架 30：丢失飞机声音 31：电机紧急停止 34：继电器 2 开/关 35：继电器 3 开/关 36：继电器 4 开/关 38：ADSB 回避使能 41：ArmDisarm（4.1 及更低版本） 43：InvertedFlight 启用 46：RC 覆盖启用 51：手动模式 52：ACRO 模式 55：引导模式 56：盘旋模式 58：清除航点 62：指南针学习 64：倒油门 65：GPS 禁用 66：继电器 5 开/关 67：继电器 6 开/关 72：圆圈模式 77：起飞模式 78：RunCam 控制 79：RunCam OSD 控制 81：上锁 82：QAssist 3pos 84：AirMode 85：发电机 86：非自动地形跟随禁用 87：乌鸦选择 88：翱翔启用 89：着陆耀斑 90：EKF Pos 源 91：空速比校准 92：FBWA 模式 94：VTX 电源 95：FBWA 尾拖机起飞模式 96：触发模式开关的重新读取 98：训练模式 100：杀戮 IMU1 101：杀戮 IMU2 102：相机模式	分配给此 RC 通道的功能

			切换 105：GPS 禁用偏航 106：禁用空速使用 107：启用固件自动调谐 108：QRTL 模式 110：杀戮 IMU3 112：切换外部 AHRS 150：巡航模式 153：ArmDisarm（4.2 及更高版本） 154：ArmDisarm 与四翼飞机 AirMode（4.2 及更高版本） 155：将横滚俯仰和偏航微调设置为当前舵机和 RC 157：强制 FS 操作符合 FBWA 158：Optflow 校准 160：风向标启用 162：FFT 调谐 163：挂载锁定 164：暂停流记录 165：手臂/紧急电机停止 166：相机录制视频 167：相机变焦 168：相机手动对焦 169：相机自动对焦 170：QSTABIL 模式 171：校准指南针 172：电池 MPPT 使能 173：飞机自动模式着陆中止 174：相机图像跟踪 175：相机镜头 176：四翼飞机前驱油门超控启用 208：襟翼 209：垂直起降正向油门 210：空气制动器 212：安装 1 滚动 213：安装 1 间距 214：安装 1 偏航 215：安装 2 滚动 216：安装 2 间距 217：安装 2 偏航 300：脚本 1 301：脚本 2 302：脚本 3 303：脚本 4 304：脚本 5 305：脚本 6 306：脚本 7 307：脚本 8	
RC9_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向通道输入。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输入通道。
RC9_TRIM	1500	PWM	800 2200	RC 微调（中性）PWM 脉冲宽度，单位为微秒。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。

RCMAP_PITCH	2		1 16	俯仰通道编号。当你使用无法轻松更改通道顺序的遥控发射器时，这将非常有用。通常，俯仰通道位于通道 2 上，但你可以使用该参数将其移动到任何通道。更改生效需要重新启动。
RCMAP_ROLL	1		1 16	滚转通道编号。当您的 RC 发射器无法轻松更改频道顺序时，这很有用。滚动通常位于通道 1 上，但您可以使用此参数将其移动到任何通道。 需要重新启动才能使更改生效。
RCMAP_THROTTLE	3		1 16	油门通道号。当您的 RC 发射器无法轻松更改频道顺序时，这很有用。油门通常位于通道 3 上，但您可以使用此参数将其移动到任何通道。需要重新启动才能使更改生效。
RCMAP_YAW	4		1 16	偏航通道号。当您的 RC 发射器无法轻松更改频道顺序时，这很有用。偏航（也称为方向舵）通常位于通道 4 上，但您可以使用此参数将其移动到任何通道。 需要重新启动才能使更改生效。
RELAY_DEFAULT	0		0：关闭 1：开 2：无变化	启动时继的状态。
RELAY_PIN	-1		-1:Disabled 49:BB Blue GP0 pin 4 50:AUXOUT1 51:AUXOUT2 52:AUXOUT3 53:AUXOUT4 54:AUXOUT5 55:AUXOUT6 57:BB Blue GP0 pin 3 113:BB Blue GP0 pin 6 116:BB Blue GP0 pin 5 27:BBBMini Pin P8.17 101:MainOut1 102:MainOut2 103:MainOut3 104:MainOut4	用于第一个继电器控制的数字引脚号。这是用于相机快门控制的引脚。给出了一些通用值，但请参阅 Wiki 的“GPIO”页面，了解如何确定给定自动驾驶仪的引脚号。

			105:MainOut5 106:MainOut6 107:MainOut7 108:MainOut8	
RELAY_PIN2	-1		-1:Disabled 49:BB Blue GP0 pin 4 50:AUXOUT1 51:AUXOUT2 52:AUXOUT3 53:AUXOUT4 54:AUXOUT5 55:AUXOUT6 57:BB Blue GP0 pin 3 113:BB Blue GP0 pin 6 116:BB Blue GP0 pin 5 65:BBBMini Pin P8.18 101:MainOut1 102:MainOut2 103:MainOut3 104:MainOut4 105:MainOut5 106:MainOut6 107:MainOut7 108:MainOut8	用于第二个继电器控制的数字引脚号。给出了一些通用值，但请参阅 Wiki 的“GPIO”页面，了解如何确定给定自动驾驶仪的引脚号。
RELAY_PIN3	-1		-1:Disabled 49:BB Blue GP0 pin 4 50:AUXOUT1 51:AUXOUT2 52:AUXOUT3 53:AUXOUT4 54:AUXOUT5 55:AUXOUT6 57:BB Blue GP0 pin 3 113:BB Blue GP0 pin 6 116:BB Blue GP0 pin 5 27:BBBMini Pin P8.17 101:MainOut1 102:MainOut2 103:MainOut3 104:MainOut4 105:MainOut5 106:MainOut6 107:MainOut7 108:MainOut8	用于第 3 个继电器控制的数字引脚号。给出了一些通用值，但请参阅 Wiki 的“GPIO”页面，了解如何确定给定自动驾驶仪的引脚号。
RELAY_PIN4	-1		-1:Disabled 49:BB Blue GP0 pin 4 50:AUXOUT1 51:AUXOUT2 52:AUXOUT3	用于第 4 个继电器控制的数字引脚号。给出了一些通用值，但请参阅 Wiki 的“GPIO”页面，了解如何确定

			53:AUXOUT4 54:AUXOUT5 55:AUXOUT6 57:BB Blue GP0 pin 3 113:BB Blue GP0 pin 6 116:BB Blue GP0 pin 5 65:BBBMini Pin P8.18 101:MainOut1 102:MainOut2 103:MainOut3 104:MainOut4 105:MainOut5 106:MainOut6 107:MainOut7 108:MainOut8	给定自动驾驶仪的引脚号。
RELAY_PIN5	-1		-1:Disabled 49:BB Blue GP0 pin 4 50:AUXOUT1 51:AUXOUT2 52:AUXOUT3 53:AUXOUT4 54:AUXOUT5 55:AUXOUT6 57:BB Blue GP0 pin 3 113:BB Blue GP0 pin 6 116:BB Blue GP0 pin 5 27:BBBMini Pin P8.17 101:MainOut1 102:MainOut2 103:MainOut3 104:MainOut4 105:MainOut5 106:MainOut6 107:MainOut7 108:MainOut8	用于第 5 个继电器控制的数字引脚号。给出了一些通用值，但请参阅 Wiki 的“GPIO”页面，了解如何确定给定自动驾驶仪的引脚号。
RELAY_PIN6	-1		-1:Disabled 49:BB Blue GP0 pin 4 50:AUXOUT1 51:AUXOUT2 52:AUXOUT3 53:AUXOUT4 54:AUXOUT5 55:AUXOUT6 57:BB Blue GP0 pin 3 113:BB Blue GP0 pin 6 116:BB Blue GP0 pin 5 65:BBBMini Pin P8.18 101:MainOut1 102:MainOut2	用于第 6 个继电器控制的数字引脚号。给出了一些通用值，但请参阅 Wiki 的“GPIO”页面，了解如何确定给定自动驾驶仪的引脚号。

			103:MainOut3 104:MainOut4 105:MainOut5 106:MainOut6 107:MainOut7 108:MainOut8	
RLL_RATE_D	0		0.001 0.03	横滚轴速率控制器 D 增益。 补偿所需滚筒速率与实际滚筒速率之间的短期变化
RLL_RATE_FF	0.345		0 3.0	横滚轴速率控制器前馈
RLL_RATE_FLTD	12	Hz	0 50	横滚轴速率控制器导数频率（Hz）
RLL_RATE_FLTE	0	Hz	2 50	横滚轴速率控制器误差频率（Hz）
RLL_RATE_FLTT	3	Hz	2 50	横滚轴速率控制器目标频率（Hz）
RLL_RATE_I	0.15		0.01 0.6	横滚轴速率控制器 I 增益。纠正期望滚筒速率与实际滚筒速率之间的长期差异
RLL_RATE_IMAX	0.666		0 1	横滚轴速率控制器 I 增益最大。 约束 I 项将输出的最大值
RLL_RATE_P	0.08		0.08 0.35	横滚轴速率控制器 P 增益。根据所需滚动率与实际滚动率之间的差异按比例进行校正
RLL_RATE_SMAX	150		0 200	设置 P 和 D 组合增益产生的压摆率的上限。如果速率反馈产生的控制动作幅度超过该值，则 D+P 增益降低至符合限值。这限制了由过度增益引起的高频振荡幅度。该限制应设置为不超过执行器最大压摆率的 25%，以允许负载效应。注意：增益不会降低到低于标称值的 10%。值为零将禁用此功能。
RLL2SRV_RMAX	0	deg/s	0 180	这设置了姿态控制器在角度稳定模式下所需的最大滚动速率（度/秒）。将其设置为零将禁用此限制。
RLL2SRV_TCONST	0.5	s	0.4 1.0	从要求到达到滚动角度的时间常数（以秒为单位）。大多

				数型号对 0.5 的响应良好。为了加快响应速度，可以减少设置，但设置得低于模型所能达到的程度将无济于事。
RNGFND_LANDING	0		0：禁用 1：启用	这使得测距仪能够进行自动着陆。测距仪将用于着陆进近和最终耀斑
RNGFND1_TYPE	0		0:None 1:Analog 2:MaxbotixI2C 3:LidarLite-I2C 5:PWM 6:BBB-PRU 7:LightWareI2C 8:LightWareSerial 9:Bebop 10:MAVLink 11:USD1_Serial 12:LeddarOne 13:MaxbotixSerial 14:TeraRangerI2C 15:LidarLiteV3-I2C 16:VL53L0X or VL53L1X 17:NMEA 18:WASP-LRF 19:BenewakeTF02 20:Benewake-Serial 21:LidarLightV3HP 22:PWM 23:BlueRoboticsPing 24:DroneCAN 25:BenewakeTFminiPlus-I2C 26:LanbaoPSK-CM8JL65-CC5 27:BenewakeTF03 28:VL53L1X-ShortRange 29:LeddarVu8-Serial 30:HC-SR04 31:GYUS42v2 32:MSP 33:USD1_CAN 34:Benewake_CAN 35:TeraRangerSerial 36:Lua_Scripting 37:NoopLoop_TOFSense 38:NoopLoop_TOFSense_CAN 39:NRA24_CAN 40:NoopLoop_TOFSenseF_I2C 41:JRE_Serial 100:SITL	连接的测距仪类型

RNGFND2_TYPE	0		0:None 1:Analog 2:MaxbotixI2C 3:LidarLite-I2C 5:PWM 6:BBB-PRU 7:LightWareI2C 8:LightWareSerial 9:Bebop 10:MAVLink 11:USD1_Serial 12:LeddarOne 13:MaxbotixSerial 14:TeraRangerI2C 15:LidarLiteV3-I2C 16:VL53L0X or VL53L1X 17:NMEA 18:WASP-LRF 19:BenewakeTF02 20:Benewake-Serial 21:LidarLightV3HP 22:PWM 23:BlueRoboticsPing 24:DroneCAN 25:BenewakeTFminiPlus-I2C 26:LanbaoPSK-CM8JL65-CC5 27:BenewakeTF03 28:VL53L1X-ShortRange 29:LeddarVu8-Serial 30:HC-SR04 31:GYUS42v2 32:MSP 33:USD1_CAN 34:Benewake_CAN 35:TeraRangerSerial 36:Lua_Scripting 37:NoopLoop_TOFSense 38:NoopLoop_TOFSense_CAN 39:NRA24_CAN 40:NoopLoop_TOFSenseF_I2C 41:JRE_Serial 100:SITL	连接的测距仪类型
RNGFND3_TYPE	0		0:None 1:Analog 2:MaxbotixI2C 3:LidarLite-I2C 5:PWM 6:BBB-PRU 7:LightWareI2C 8:LightWareSerial 9:Bebop 10:MAVLink	连接的测距仪类型

			11:USD1_Serial 12:LeddarOne 13:MaxbotixSerial 14:TeraRangerI2C 15:LidarLiteV3-I2C 16:VL53L0X or VL53L1X 17:NMEA 18:WASP-LRF 19:BenewakeTF02 20:Benewake-Serial 21:LidarLightV3HP 22:PWM 23:BlueRoboticsPing 24:DroneCAN 25:BenewakeTFminiPlus-I2C 26:LanbaoPSK-CM8JL65-CC5 27:BenewakeTF03 28:VL53L1X-ShortRange 29:LeddarVu8-Serial 30:HC-SR04 31:GYUS42v2 32:MSP 33:USD1_CAN 34:Benewake_CAN 35:TeraRangerSerial 36:Lua_Scripting 37:NoopLoop_TOFSense 38:NoopLoop_TOFSense_CAN 39:NRA24_CAN 40:NoopLoop_TOFSenseF_I2C 41:JRE_Serial 100:SITL	
RNGFND4_TYPE	0		0:None 1:Analog 2:MaxbotixI2C 3:LidarLite-I2C 5:PWM 6:BBB-PRU 7:LightWareI2C 8:LightWareSerial 9:Bebop 10:MAVLink 11:USD1_Serial 12:LeddarOne 13:MaxbotixSerial 14:TeraRangerI2C 15:LidarLiteV3-I2C 16:VL53L0X or VL53L1X 17:NMEA 18:WASP-LRF	连接的测距仪类型

			19:BenewakeTF02 20:Benewake-Serial 21:LidarLightV3HP 22:PWM 23:BlueRoboticsPing 24:DroneCAN 25:BenewakeTFminiPlus-I2C 26:LanbaoPSK-CM8JL65-CC5 27:BenewakeTF03 28:VL53L1X-ShortRange 29:LeddarVu8-Serial 30:HC-SR04 31:GYUS42v2 32:MSP 33:USD1_CAN 34:Benewake_CAN 35:TeraRangerSerial 36:Lua_Scripting 37:NoopLoop_TOFSense 38:NoopLoop_TOFSense_CAN 39:NRA24_CAN 40:NoopLoop_TOFSenseF_I2C 41:JRE_Serial 100:SITL	
RNGFND5_TYPE	0		0:None 1:Analog 2:MaxbotixI2C 3:LidarLite-I2C 5:PWM 6:BBB-PRU 7:LightWareI2C 8:LightWareSerial 9:Bebop 10:MAVLink 11:USD1_Serial 12:LeddarOne 13:MaxbotixSerial 14:TeraRangerI2C 15:LidarLiteV3-I2C 16:VL53L0X or VL53L1X 17:NMEA 18:WASP-LRF 19:BenewakeTF02 20:Benewake-Serial 21:LidarLightV3HP 22:PWM 23:BlueRoboticsPing 24:DroneCAN 25:BenewakeTFminiPlus-I2	连接的测距仪类型

			C 26:LanbaoPSK-CM8JL65-C C5 27:BenewakeTF03 28:VL53L1X-ShortRange 29:LeddarVu8-Serial 30:HC-SR04 31:GYUS42v2 32:MSP 33:USD1_CAN 34:Benewake_CAN 35:TeraRangerSerial 36:Lua_Scripting 37:NoopLoop_TOFSense 38:NoopLoop_TOFSense_C AN 39:NRA24_CAN 40:NoopLoop_TOFSenseF_ I2C 41:JRE_Serial 100:SITL	
RNGFND 6_TYPE	0		0:None 1:Analog 2:MaxbotixI2C 3:LidarLite-I2C 5:PWM 6:BBB-PRU 7:LightWareI2C 8:LightWareSerial 9:Bebop 10:MAVLink 11:USD1_Serial 12:LeddarOne 13:MaxbotixSerial 14:TeraRangerI2C 15:LidarLiteV3-I2C 16:VL53L0X or VL53L1X 17:NMEA 18:WASP-LRF 19:BenewakeTF02 20:Benewake-Serial 21:LidarLightV3HP 22:PWM 23:BlueRoboticsPing 24:DroneCAN 25:BenewakeTFminiPlus-I2 C 26:LanbaoPSK-CM8JL65-C C5 27:BenewakeTF03 28:VL53L1X-ShortRange 29:LeddarVu8-Serial 30:HC-SR04 31:GYUS42v2 32:MSP 33:USD1_CAN	连接的测距仪类型

			34:Benewake_CAN 35:TeraRangerSerial 36:Lua_Scripting 37:NoopLoop_TOFSense 38:NoopLoop_TOFSense_CAN 39:NRA24_CAN 40:NoopLoop_TOFSenseF_I2C 41:JRE_Serial 100:SITL	
RNGFND7_TYPE	0		0:None 1:Analog 2:MaxbotixI2C 3:LidarLite-I2C 5:PWM 6:BBB-PRU 7:LightWareI2C 8:LightWareSerial 9:Bebop 10:MAVLink 11:USD1_Serial 12:LeddarOne 13:MaxbotixSerial 14:TeraRangerI2C 15:LidarLiteV3-I2C 16:VL53L0X or VL53L1X 17:NMEA 18:WASP-LRF 19:BenewakeTF02 20:Benewake-Serial 21:LidarLightV3HP 22:PWM 23:BlueRoboticsPing 24:DroneCAN 25:BenewakeTFminiPlus-I2C 26:LanbaoPSK-CM8JL65-CC5 27:BenewakeTF03 28:VL53L1X-ShortRange 29:LeddarVu8-Serial 30:HC-SR04 31:GYUS42v2 32:MSP 33:USD1_CAN 34:Benewake_CAN 35:TeraRangerSerial 36:Lua_Scripting 37:NoopLoop_TOFSense 38:NoopLoop_TOFSense_CAN 39:NRA24_CAN 40:NoopLoop_TOFSenseF_	连接的测距仪类型

			I2C 41:JRE_Serial 100:SITL	
RNGFND 8_TYPE	0		0:None 1:Analog 2:MaxbotixI2C 3:LidarLite-I2C 5:PWM 6:BBB-PRU 7:LightWareI2C 8:LightWareSerial 9:Bebop 10:MAVLink 11:USD1_Serial 12:LeddarOne 13:MaxbotixSerial 14:TeraRangerI2C 15:LidarLiteV3-I2C 16:VL53L0X or VL53L1X 17:NMEA 18:WASP-LRF 19:BenewakeTF02 20:Benewake-Serial 21:LidarLightV3HP 22:PWM 23:BlueRoboticsPing 24:DroneCAN 25:BenewakeTFminiPlus-I2C 26:LanbaoPSK-CM8JL65-CC5 27:BenewakeTF03 28:VL53L1X-ShortRange 29:LeddarVu8-Serial 30:HC-SR04 31:GYUS42v2 32:MSP 33:USD1_CAN 34:Benewake_CAN 35:TeraRangerSerial 36:Lua_Scripting 37:NoopLoop_TOFSense 38:NoopLoop_TOFSense_CAN 39:NRA24_CAN 40:NoopLoop_TOFSenseF_I2C 41:JRE_Serial 100:SITL	连接的测距仪类型
RNGFND 9_TYPE	0		0:None 1:Analog 2:MaxbotixI2C 3:LidarLite-I2C 5:PWM 6:BBB-PRU 7:LightWareI2C	连接的测距仪类型

			8:LightWareSerial 9:Bebop 10:MAVLink 11:USD1_Serial 12:LeddarOne 13:MaxbotixSerial 14:TeraRangerI2C 15:LidarLiteV3-I2C 16:VL53L0X or VL53L1X 17:NMEA 18:WASP-LRF 19:BenewakeTF02 20:Benewake-Serial 21:LidarLightV3HP 22:PWM 23:BlueRoboticsPing 24:DroneCAN 25:BenewakeTFminiPlus-I2C 26:LanbaoPSK-CM8JL65-CC5 27:BenewakeTF03 28:VL53L1X-ShortRange 29:LeddarVu8-Serial 30:HC-SR04 31:GYUS42v2 32:MSP 33:USD1_CAN 34:Benewake_CAN 35:TeraRangerSerial 36:Lua_Scripting 37:NoopLoop_TOFSense 38:NoopLoop_TOFSense_CAN 39:NRA24_CAN 40:NoopLoop_TOFSenseF_I2C 41:JRE_Serial 100:SITL	
RNGFND A_TYPE	0		0:None 1:Analog 2:MaxbotixI2C 3:LidarLite-I2C 5:PWM 6:BBB-PRU 7:LightWareI2C 8:LightWareSerial 9:Bebop 10:MAVLink 11:USD1_Serial 12:LeddarOne 13:MaxbotixSerial 14:TeraRangerI2C 15:LidarLiteV3-I2C	连接的测距仪类型

			16:VL53L0X or VL53L1X 17:NMEA 18:WASP-LRF 19:BenewakeTF02 20:Benewake-Serial 21:LidarLightV3HP 22:PWM 23:BlueRoboticsPing 24:DroneCAN 25:BenewakeTFminiPlus-I2C 26:LanbaoPSK-CM8JL65-CC5 27:BenewakeTF03 28:VL53L1X-ShortRange 29:LeddarVu8-Serial 30:HC-SR04 31:GYUS42v2 32:MSP 33:USD1_CAN 34:Benewake_CAN 35:TeraRangerSerial 36:Lua_Scripting 37:NoopLoop_TOFSense 38:NoopLoop_TOFSense_CAN 39:NRA24_CAN 40:NoopLoop_TOFSenseF_I2C 41:JRE_Serial 100:SITL	
RPM1_TYPE	0		0：无 1：未使用 2：GPIO 3：电喷 4：谐波陷口 5：电调遥测电机 位掩码 6：发电机	连接了什么类型的 RPM 传感器
RPM2_TYPE	0		0：无 1：未使用 2：GPIO 3：电喷 4：谐波陷口 5：电调遥测电机 位掩码 6：发电机	连接了什么类型的 RPM 传感器
RSSI_TYPE	0		0：禁用 1：模拟引脚 2：RCChannelPwm 值 3：接收器协议 4：PWM 输入引脚 5：遥测无线电 RSSI	无线电接收器 RSSI 类型。如果您的无线电接收器支持某种类型的 RSSI，请在此处设置，然后设置其关联的 RSSI_XXXXX 参数（如果有）。
RTL_AUTOLAND	0		0：禁用 1：飞回家然后降落 2：直接进入着陆顺序 3：绕行	到达 RTL 位置后自动开始着陆序列。这需要添加一个 DO_LAND_START 任务项目，作为着陆序列开始的标记。将选择离当前位置最近的

				着陆顺序。如果设置为 0 并且存在DO_LAND_START任务项，则您将收到解锁检查失败。您可以将值设置为 3 以避免解锁检查失败，并使用 DO_LAND_START 进行变通，而不会改变 RTL 行为。如果值为 1，则在范围内将使用集结点而不是 HOME（请参阅集结点文档）。
RTL_CLIMB_MIN	0	m	0 30	在 RTL 的初始爬升部分，无人机将爬升这么多米。在此期间，滚动将被限制在 LEVEL_ROLL_LIMIT 度。
RTL_RADIUS	0	m	-32767 32767	定义处于 RTL 模式时盘旋圆的半径。如果此值为零，则使用 WP_LOITER_RAD。如果半径为负，则使用逆时针。如果为正，则使用顺时针游荡器。
RUDD_DT_GAIN	10	%	0 100	获得从方向舵到差动推力的控制
RUDDER_ONLY	0		0：禁用 1：启用	启用仅方向舵模式。方向舵将在姿态控制模式下控制姿态（例如 FBWA）。您应该将发射机设置为将滚杆输入发送到 RCMAP_YAW 通道（通常为通道 4）。方向舵舵机也应连接到 RCMAP_YAW 通道上。请注意，仅方向舵的飞机将禁用自动地面转向。您还应该将 KFF_RDDRMIX 设置为 1.0。您还需要为您的飞机适当设置 YAW2SRV_DAMP 偏航阻尼。YAW2SRV_DAMP 值 0.5 是一个很好的起点。
SCALING_SPEED	15	m/s	0 50	在计算表面速度缩放时使用的空速（以 m/s 为单位）。请注意，更改此值将影响所有 PID 值
SCHED_DEBUG	0		0：禁用 2：显示滑点 3：显示溢出	设置为非零以启用调度程序调试消息。当设置为显示“Slips”时，每当计划任务因

				CPU 负载过多而延迟时，调度程序都会显示一条消息。当设置为 ShowOverruns 时，每当任务花费的时间超过任务表中承诺的限制时，计划就会显示一条消息。
SCHED_LOOP_RATE	50		50:50Hz 100:100Hz 200:200Hz 250:250Hz 300:300Hz 400:400Hz	这以 Hz 为单位控制主控制回路的速率。这只能由开发人员更改。这仅在重新启动时生效。超过 400 的值被认为是高度实验性的。
SCHED_OPTIONS	0			这将控制调度程序的可选方面。
SCR_ENABLE	0		0：无 1：Lua 脚本	控制是否启用脚本
SERIAL_PASS1	0		-1：禁用 0：串行 0 1：串行 1 2：串行 2 3：串行 3 4：串行 4 5：串行 5 6：串行 6	这将在两个串行端口之间设置直通的一端。设置两端后，任一端口上接收的所有数据都将传递到另一个端口
SERIAL_PASS2	-1		-1：禁用 0：串行 0 1：串行 1 2：串行 2 3：串行 3 4：串行 4 5：串行 5 6：串行 6	这将在两个串行端口之间设置直通的一端。设置两端后，任一端口上接收的所有数据都将传递到另一个端口
SERIAL_PASSTIMO	15	s	0 120	这将设置串行直通的超时时间（以秒为单位）。当通过设置 SERIAL_PASS1 和 SERIAL_PASS2 参数启用直通时，它将一直有效，直到 SERIAL_PASSTIMO 秒内没有数据来自第一个端口。这允许端口在不再需要时恢复其正常使用（例如 MAVLink 与 GCS 的连接）。值为 0 表示无超时。
SERIAL0_BAUD	115		1:1200 2:2400 4:4800 9:9600 19:19200 38:38400 57:57600 111:111100 115:115200 230:230400 256:256000 460:460800 500:500000 921:921600 1500:1500000 2000:2000000	USB 控制台上使用的波特率。大多数基于 stm32 的板可以支持高达 1500 的速率。如果您设置了无法支持的速率，然后无法连接到您的主板，则应从不同的无人机类型加载固件。这会将所有参数重置为默认值。
SERIAL0_PROTOC	2		1：MAV 链接 1 2：MAV 链接 2	控制要在控制台上使用的协议。

OL				
SERIAL1_BAUD	57		1:1200 2:2400 4:4800 9:9600 19:19200 38:38400 57:57600 111:111100 115:115200 230:230400 256:256000 460:460800 500:500000 921:921600 1500:1500000 2000:2000000	串口 1 端口上使用的波特率。大多数基于 stm32 的板可以支持高达 1500 的速率。如果您设置了无法支持的速率，然后无法连接到您的主板，则应从不同的无人机类型加载固件。这会将所有参数重置为默认值。
SERIAL1_OPTIONS	0			控制 UART 选项。InvertRX 选项控制接收引脚的反相。InvertTX 选项控制发送引脚的反相。半双工选项控制半双工（单线）模式，其中发送和接收都在发送线上完成。交换选项允许在基于 STM32F7 的电路板上交换 RX 和 TX 引脚。
SERIAL1_PROTOCOL	2		-1：无 1：MAVLink1 2：MAVLink2 3：Frsky D 4：Frsky SPort 5：GPS 7：Alexmos 云台串口 8：云台 9：测距仪 10：FrSky SPort 直通 （OpenTX） 11：激光雷达 360 13：信标 14：Volz 舵机输出 15：SBus 舵机输出 16：电调遥测 17：Devo 遥测 18：光流 19：机器人伺服 20：NMEA 输出 21：风向标 22：SLCAN 23：RCIN 24：EFI 串口 25：LTM 26：RunCam 27：Hott 串口 28：脚本编写 29：穿越火线 VTX 30：发电机 31：绞盘 32：MSP 33：DJI FPV 34：空速 35：ADSB 36：AHRS 37：智能音频 38：FETtecOneWire 39：托基多 40：AIS 41：CoDevESC 42：显示端口 43：MAVLink 高延迟 44：IRC 流浪汉 45：DDS XRCE 46：IMUDATA	控制要在 串口 1 端口上使用的协议。请注意，Frsky 选项需要外部转换器硬件。有关详细信息，请参阅 wiki。

SERIAL2_BAUD	57		1:1200 2:2400 4:4800 9:9600 19:19200 38:38400 57:57600 111:111100 115:115200 230:230400 256:256000 460:460800 500:500000 921:921600 1500:1500000 2000:2000000	串口 2 端口的波特率。大多数基于 stm32 的板可以支持高达 1500 的速率。如果您设置了无法支持的速率，然后无法连接到您的主板，则应从不同的无人机类型加载固件。这会将所有参数重置为默认值。
SERIAL2_OPTIONS	0			控制 UART 选项。InvertRX 选项控制接收引脚的反相。InvertTX 选项控制发送引脚的反相。半双工选项控制半双工（单线）模式，其中发送和接收都在发送线上完成。交换选项允许在基于 STM32F7 的电路板上交换 RX 和 TX 引脚。
SERIAL2_PROTOCOL	2		-1：无 1：MAVLink1 2：MAVLink2 3：Frsky D 4：Frsky SPort 5：GPS 7：Alexmos 云台串口 8：云台 9：测距仪 10：FrSky SPort 直通 （OpenTX） 11：激光雷达 360 13：信标 14：Volz 舵机输出 15：SBus 舵机输出 16：电调遥测 17：Devo 遥测 18：光流 19：机器人伺服 20：NMEA 输出 21：风向标 22：SLCAN 23：RCIN 24：EFI 串口 25：LTM 26：RunCam 27：Hott 串口 28：脚本编写 29：穿越火线 VTX 30：发电机 31：绞盘 32：MSP 33：DJI FPV 34：空速 35：ADSB 36：AHRS 37：智能音频 38：FETtecOneWire 39：托基多 40：AIS 41：CoDevESC 42：显示端口 43：MAVLink 高延迟 44：IRC 流浪汉 45：DDS XRCE 46：IMUDATA	控制在 串口 2 端口上使用的协议。请注意，Frsky 选项需要外部转换器硬件。有关详细信息，请参阅 wiki。
SERIAL3	38		1:1200 2:2400 4:4800	用于串行 3 （GPS） 的波特

_BAUD			9:9600 19:19200 38:38400 57:57600 111:111100 115:115200 230:230400 256:256000 460:460800 500:500000 921:921600 1500:1500000 2000:2000000	率。大多数基于 stm32 的板可以支持高达 1500 的速率。如果您设置了无法支持的速率，然后无法连接到您的主板，则应从不同的无人机类型加载固件。这会将所有参数重置为默认值。
SERIAL3_OPTIONS	0			控制 UART 选项。InvertRX 选项控制接收引脚的反相。InvertTX 选项控制发送引脚的反相。半双工选项控制半双工（单线）模式，其中发送和接收都在发送线上完成。交换选项允许在基于 STM32F7 的电路板上交换 RX 和 TX 引脚。
SERIAL3_PROTOCOL	5		-1：无 1：MAVLink1 2：MAVLink2 3：Frsky D 4：Frsky SPort 5：GPS 7：Alexmos 云台串口 8：云台 9：测距仪 10：FrSky SPort 直通 （OpenTX） 11：激光雷达 360 13：信标 14：Volz 舵机输出 15：SBus 舵机输出 16：电调遥测 17：Devo 遥测 18：光流 19：机器人伺服 20：NMEA 输出 21：风向标 22：SLCAN 23：RCIN 24：EFI 串口 25：LTM 26：RunCam 27：Hott 串口 28：脚本编写 29：穿越火线 VTX 30：发电机 31：绞盘 32：MSP 33：DJI FPV 34：空速 35：ADSB 36：AHRS 37：智能音频 38：FETtecOneWire 39：托基多 40：AIS 41：CoDevESC 42：显示端口 43：MAVLink 高延迟 44：IRC 流浪汉 45：DDS XRCE 46：IMUDATA	控制串行 3 （GPS） 应用于什么协议。请注意，Frsky 选项需要外部转换器硬件。有关详细信息，请参阅 wiki。
SERIAL4_BAUD	38		1:1200 2:2400 4:4800 9:9600 19:19200 38:38400	用于 Serial4 的波特率。大多数基于 stm32 的板可以支持

			57:57600 111:111100 115:115200 230:230400 256:256000 460:460800 500:500000 921:921600 1500:1500000 2000:2000000	高达 1500 的速率。如果您设置了无法支持的速率，然后无法连接到您的主板，则应从不同的无人机类型加载固件。这会将所有参数重置为默认值。
SERIAL4_OPTIONS	0			控制 UART 选项。InvertRX 选项控制接收引脚的反相。InvertTX 选项控制发送引脚的反相。半双工选项控制半双工（单线）模式，其中发送和接收都在发送线上完成。交换选项允许在基于 STM32F7 的电路板上交换 RX 和 TX 引脚。
SERIAL4_PROTOCOL	5		-1：无 1：MAVLink1 2：MAVLink2 3：Frsky D 4：Frsky SPort 5：GPS 7：Alexmos 云台串口 8：云台 9：测距仪 10：FrSky SPort 直通 （OpenTX） 11：激光雷达 360 13：信标 14：Volz 舵机输出 15：SBus 舵机输出 16：电调遥测 17：Devo 遥测 18：光流 19：机器人伺服 20：NMEA 输出 21：风向标 22：SLCAN 23：RCIN 24：EFI 串口 25：LTM 26：RunCam 27：Hott 串口 28：脚本编写 29：穿越火线 VTX 30：发电机 31：绞盘 32：MSP 33：DJI FPV 34：空速 35：ADSB 36：AHRS 37：智能音频 38：FETtecOneWire 39：托基多 40：AIS 41：CoDevESC 42：显示端口 43：MAVLink 高延迟 44：IRC 流浪汉 45：DDS XRCE 46：IMUDATA	控制 Serial4 端口应用于什么协议。请注意，Frsky 选项需要外部转换器硬件。有关详细信息，请参阅 wiki。
SERIAL5_BAUD	57		1:1200 2:2400 4:4800 9:9600 19:19200 38:38400 57:57600 111:111100	用于 Serial5 的波特率。大多数基于 stm32 的板可以支持高达 1500 的速率。如果您设

			115:115200 230:230400 256:256000 460:460800 500:500000 921:921600 1500:1500000 2000:2000000	置了无法支持的速率，然后无法连接到您的主板，则应从不同的无人机类型加载固件。这会将所有参数重置为默认值。
SERIAL5_OPTIONS	0			控制 UART 选项。InvertRX 选项控制接收引脚的反相。InvertTX 选项控制发送引脚的反相。半双工选项控制半双工（单线）模式，其中发送和接收都在发送线上完成。交换选项允许在基于 STM32F7 的电路板上交换 RX 和 TX 引脚。
SERIAL5_PROTOCOL	-1		-1：无 1：MAVLink1 2：MAVLink2 3：Frsky D 4：Frsky SPort 5：GPS 7：Alexmos 云台串口 8：云台 9：测距仪 10：FrSky SPort 直通 （OpenTX） 11：激光雷达 360 13：信标 14：Volz 舵机输出 15：SBus 舵机输出 16：电调遥测 17：Devo 遥测 18：光流 19：机器人伺服 20：NMEA 输出 21：风向标 22：SLCAN 23：RCIN 24：EFI 串口 25：LTM 26：RunCam 27：Hott 串口 28：脚本编写 29：穿越火线 VTX 30：发电机 31：绞盘 32：MSP 33：DJI FPV 34：空速 35：ADSB 36：AHRS 37：智能音频 38：FETtecOneWire 39：托基多 40：AIS 41：CoDevESC 42：显示端口 43：MAVLink 高延迟 44：IRC 流浪汉 45：DDS XRCE 46：IMUDATA	控制 Serial5 端口应用于什么协议。请注意，Frsky 选项需要外部转换器硬件。有关详细信息，请参阅 wiki。
SERIAL6_BAUD	115200		1:1200 2:2400 4:4800 9:9600 19:19200 38:38400 57:57600 111:111100 115:115200 230:230400	用于 Serial6 的波特率。大多数基于 stm32 的板可以支持高达 1500 的速率。如果您设置了无法支持的速率，然后无

			256:256000 460:460800 500:500000 921:921600 1500:1500000 2000:2000000	法连接到您的主板，则应从不同的无人机类型加载固件。这会将所有参数重置为默认值。
SERIAL6_OPTIONS	0			控制 UART 选项。InvertRX 选项控制接收引脚的反相。InvertTX 选项控制发送引脚的反相。半双工选项控制半双工（单线）模式，其中发送和接收都在发送线上完成。交换选项允许在基于 STM32F7 的电路板上交换 RX 和 TX 引脚。
SERIAL6_PROTOCOL	2		-1：无 1：MAVLink1 2：MAVLink2 3：Frsky D 4：Frsky SPort 5：GPS 7：Alexmos 云台串口 8：云台 9：测距仪 10：FrSky SPort 直通 （OpenTX） 11：激光雷达 360 13：信标 14：Volz 舵机输出 15：SBus 舵机输出 16：电调遥测 17：Devo 遥测 18：光流 19：机器人伺服 20：NMEA 输出 21：风向标 22：SLCAN 23：RCIN 24：EFI 串口 25：LTM 26：RunCam 27：Hott 串口 28：脚本编写 29：穿越火线 VTX 30：发电机 31：绞盘 32：MSP 33：DJI FPV 34：空速 35：ADSB 36：AHRS 37：智能音频 38：FETtecOneWire 39：托基多 40：AIS 41：CoDevESC 42：显示端口 43：MAVLink 高延迟 44：IRC 流浪汉 45：DDS XRCE 46：IMUDATA	控制 Serial6 端口应该用于什么协议。请注意，Frsky 选项需要外部转换器硬件。有关详细信息，请参阅 wiki。
SERVO_32_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	这允许多达 32 个输出，使能 16 以上输出的参数
SERVO_AUTO_T	0		0：禁用 1：启用	这样就可以在飞行中自动进行伺服配平。当飞机接近水平

RIM				时，舵机将在稳定飞行模式下进行修剪。对伺服配平的更改将每 10 秒保存一次，并将在飞行之间持续存在。自动微调与居中微调的距离不会超过 20%。
SERVO_BLH_3DMASK	0			动态可逆通道的掩码。这用于在“3D”模式下配置电调，允许电机向任一方向旋转
SERVO_BLH_AUTO	0		0：禁用 1：启用	如果设置为 1，则会自动启用对所有多旋翼电机的 BLHeli 直通支持
SERVO_BLH_DEBUG	0		0：禁用 1：启用	当设置为 1 时，这将在 blheli 协议处于活动状态时通过 MAVLink 启用详细的调试输出。这可用于诊断故障。
SERVO_BLH_MASK	0			启用对特定通道的 BLHeli 直通伺服协议支持。此面罩是对使用 SERVO_BLH_AUTO（如果有）启用的电机的补充
SERVO_BLH_OTYPE	0		0：无 1：一次拍摄 2：一次拍摄 125 3：拉丝 4：DShot150 5：DShot300 6：DShot600 7：DShot1200	当设置为非零值时，这将覆盖 SERVO_BLH_MASK 给出的输出通道的输出类型。这可用于在不属于多旋翼电机组的输出上启用 DShot。
SERVO_BLH_POLES	14		1 127	这允许从 ESC 的 eRPM 计算真正的 RPM。默认值为 14。
SERVO_BLH_PORT	0		0：控制台 1：Mavlink 串口通道 1 2：Mavlink 串口通道 2 3：Mavlink 串口通道 3 4：Mavlink 串口通道 4 5：Mavlink 串口通道 5	这将设置 mavlink 通道用于 blheli 直通。通道号由配置为使用 mavlink 的串行端口数决定。所以 0 始终是控制台，1 是使用 mavlink 的下一个串行端口，2 是之后的下一个串行端口，依此类推。
SERVO_BLH_RVMASK	0			反转通道的掩码。这用于在反向模式下配置 ESC
SERVO_BLH_TEST	0		0：禁用 1：测试电机 1 2：测试电机 2 3：测试电机 3 4：测试电机 4 5：测试电机 5 6：测试电机 6 7：测试电机 7 8：测试电机 8	将 SERVO_BLH_TEST 设置为电机编号可以对相应的 ESC 进行 BLHeli ESC 协议的内部测试。调试输出显示在 USB 控制台上。

SERVO_BLH_TMOUT	0	s	0 300	这将设置 BLHeli 协议的非活动超时（以秒为单位）。如果此时没有收到任何数据包，则恢复正常的 MAVLink 操作。值为 0 表示无超时
SERVO_BLH_TRATE	10	Hz	0 500	这将设置从 ESC 请求遥测的速率（以 Hz 为单位）。这是每个 ESC 的费率。设置为零将禁用遥测请求
SERVO_DSHOT_ESC	0		0:无 1:BLHeli32/Kiss 2:BLHeli_S 3:BLHeli32/Kiss+EDT 4:BLHeli_S+EDT	所有输出均采用 DShot ESC 型。ESC 类型会影响可用的 DShot 命令范围和使用的位宽。None 表示不会执行任何 dshot 命令。某些 ESC 类型支持扩展 DShot 遥测（EDT），这允许在使用双向 dshot 时返回 RPM 数据以外的遥测数据。如果启用 EDT，则必须安装支持 EDT 的固件才能正确操作。
SERVO_DSHOT_RATE	0		0：1Khz 1：环路速率 2：双环路速率 3：三倍环路速率 4：四倍环路速率	所有输出的 DShot 输出速率是环路速率的倍数。0 将输出速率设置为固定为 1Khz，以实现低环路速率。此值不应设置在 500Hz 以下。
SERVO_FTW_MASK	0			指定 FETtec ESC 输出的伺服通道掩模。
SERVO_FTW_POLES	14		2 50	电机电极数
SERVO_FTW_RVMASK	0			伺服通道掩模，用于反向旋转 FETtec ESC 输出。
SERVO_GPIO_MASK	0			输出的位掩码，将作为 GPIO 提供。函数设置为 -1 或在此掩码中设置相应位的任何输出都可用作 GPIO 引脚
SERVO_RATE	50	Hz	25 400	所有 PWM 输出的默认输出速率（以 Hz 为单位）。
SERVO_ROB_POSMAX	4095		0 4095	在舵机最大值处的最大位置。这应该在舵机的位置控制范围内，通常为 0 到 4095

SERVO_ROB_POSMIN	0		0 4095	在伺服最小值处最小位置。这应该在舵机的位置控制范围内，通常为 0 到 4095
SERVO_SBUS_RATE	50	Hz	25 250	这将以 Hz 为单位设置 SBUS 输出帧速率。
SERVO_VOLZ_MASK	0			使能 volz 伺服协议到特定通道
SERVO1_FUNCTION	4		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能

			80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12 106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO1_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO1_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，

				1500 是中性，2000 是上限。
SERVO1_REVERSED	1		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO1_TRIM	1545	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO10_FUNCTION	0		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能。

			电机 12 86：差速器扰流板左 2　87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12 106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO10_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO10_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO10	0		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表

_REVERSED				示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO10_TRIM	1500	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO11_FUNCTION	0		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能

			90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12 106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO11_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO11_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO11_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。

SERVO11_TRIM	1500	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO12_FUNCTION	0		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能

			快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12 106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO12_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO12_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO12_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO12_TRIM	1500	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，

				1500 是中性，2000 是上限。
SERVO13_FUNCTION	0		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能。

			本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12 106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO13_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO13_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO13_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO13_TRIM	1500	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO14	0		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass	分配给此舵机的功能。将其设

_FUNCTION			直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8	置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能

			102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12 106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO14_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO14_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO14_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO14_TRIM	1500	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO15_FUNCTION	0		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或

			Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12	MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能

			106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO15_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO15_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO15_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO15_TRIM	1500	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO16_FUNCTION	0		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用

			机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19:升降舵 21:方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24:襟翼左 25:襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33:电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73:油门左 74:油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83:电机 10 84:电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98:脚本 5 99:脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104:脚本 11 105:脚本 12 106:脚本 13 107:脚本 14 108:脚本 15 109:脚本 16	相应的功能

			110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO16_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO16_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO16_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO16_TRIM	1500	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO2_FUNCTION	19		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能

			Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19:升降舵 21:方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24:襟翼左 25:襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33:电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73:油门左 74:油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83:电机 10 84:电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98:脚本 5 99:脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104:脚本 11 105:脚本 12 106:脚本 13 107:脚本 14 108:脚本 15 109:脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：	

			新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO2_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO2_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO2_REVERSED	1		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO2_TRIM	1570	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO3_FUNCTION	70		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能

			1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12 106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率	

			间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO3_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO3_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO3_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO3_TRIM	1100	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO4_FUNCTION	19		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能

			喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12 106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1	

			130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO4_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO4_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO4_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO4_TRIM	1471	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO5_FUNCTION	4		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能

			地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12 106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：	

			ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO5_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO5_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO5_REVERSED	1		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO5_TRIM	1472	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO6_FUNCTION	0		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能

			机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12 106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：	

			SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO6_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO6_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO6_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO6_TRIM	1500	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO7_FUNCTION	0		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能

			4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12 106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警	

			139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO7_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO7_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO7_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO7_TRIM	1500	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO8_FUNCTION	0		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能

			8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12 106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放	

			142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5 缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152:RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO8_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO8_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO8_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO8_TRIM	1500	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO9_FUNCTION	0		-1：GPIO 0：禁用 1：RCPass 直通 2：襟翼 3：襟翼自动 4：副翼 6：Mount1 偏航 7：Mount1 俯仰 8：Mount1 滚动 9：Mount1 缩回 10：相机触发 12：Mount2 偏航 13：Mount2 间距 14：Mount2 滚动 15：Mount2 缩回 16：差速器扰流板左 1 17：差速器扰流板右 1 19：升降舵 21：方向舵 22：喷雾泵 23：喷雾器旋转器 24：襟翼左 25：襟翼右 26：地面转向 27：降落伞 28：夹具 29：起落架 30：发动机运行启用 33：电机 1 34：电机 2 35：电机 3 36：电机 4 37：电机 5 38：电机 6 39：电机 7/尾倾舵机 40：电机 8 41：倾斜电机前 45：倾斜电机后 46：倾斜电机左	分配给此舵机的功能。将其设置为 Disabled（0） 将设置此输出，以便通过自动任务或 MAVLink 伺服设置命令进行控制。任何其他值都将启用相应的功能

			后 47：倾斜电机右后 51：RCIN1 52：RCIN2 53：RCIN3 54：RCIN4 55：RCIN5 56：RCIN6 57：RCIN7 58：RCIN8 59：RCIN9 60：RCIN10 61：RCIN11 62：RCIN12 63：RCIN13 64：RCIN14 65：RCIN15 66：RCIN16 67：点火 69：起动器 70：油门 73：油门左 74：油门右 75：倾斜电机前左 76：倾斜电机前右 77：Elevon 左 78：Elevon 右 79:VTailLeft 80:VTailRight 82：电机 9 83：电机 10 84：电机 11 85：电机 12 86：差速器扰流板左 2 87：差分剧透右 2 90：相机 ISO 91：相机光圈 92：相机对焦 93：相机快门速度 94：脚本 1 95：脚本 2 96：脚本 3 97：脚本 4 98：脚本 5 99：脚本 6 100：脚本 7 101：脚本 8 102：脚本 9 103：脚本 10 104：脚本 11 105：脚本 12 106：脚本 13 107：脚本 14 108：脚本 15 109：脚本 16 110：空气制动器 120：新像素 1 121：新像素 2 122：新像素 3 123：新像素 4 124：速率滚动 125：速率间距 126：速率推力 127：速率偏航 129：ProfiLED1 130：ProfiLED2 131：ProfiLED3 132：ProfiLEDClock 134：SERVOn_MIN 135：SERVOn_TRIM 136：SERVOn_MAX 138：报警 139：报警反转 140：RCIN1 缩放 141：RCIN2 缩放 142：RCIN3 缩放 143：RCIN4 缩放 144：RCIN5	

			缩放 145：RCIN6 缩放 146：RCIN7 缩放 147：RCIN8 缩放 148：RCIN9 缩放 149：RCIN10 缩放 150：RCIN11 缩放 151：RCIN12 缩放 152：RCIN13 缩放 153：RCIN14 缩放 154：RCIN15 缩放 155：RCIN16 缩放	
SERVO9_MAX	1900	PWM	800 2200	最大 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO9_MIN	1100	PWM	800 2200	最小 PWM 脉冲宽度（以微秒为单位）。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SERVO9_REVERSED	0		0：正常 1：反转	反向伺服操作。设置为 0 表示正常操作。设置为 1 可反转此输出通道。
SERVO9_TRIM	1500	PWM	800 2200	以微秒为单位调整 PWM 脉冲宽度。通常 1000 是下限，1500 是中性，2000 是上限。
SOAR_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	打开和关闭翱翔模式
SR0_ADSB	5	Hz	0 50	MAVLink ADSB 流速率
SR0_EXT_STAT	1	Hz	0 50	MAVLink SYS_STATUS 、POWER_STATUS 、MCU_STATUS、MEMINFO、CURRENT_WAYPOINT 、GPS_RAW_INT 、GPS_RTK（如果可用）、GPS2_RAW_INT（如果可用）、GPS2_RTK（如果可用）、NAV_CONTROLLER_OUTPUT 、FENCE_STATUS 和 GLOBAL_TARGET_POS_INT 的流速率
SR0_EXTRA1	1	Hz	0 50	MAVLink ATTITUDE 、SIMSTATE（仅限 SIM）、AHRS2、RPM、AOA_SSA、LANDING 、ESC_串口ETRY 、EFI_STATUS 和 PID_TUNING 的流速率

SR0_EXTRA2	1	Hz	0 50	MAVLink VFR_HUD 流速率
SR0_EXTRA3	1	Hz	0 50	MAVLink AHRS、SYSTEM_TIME、WIND、测距仪、DISTANCE_SENSOR、TERRAIN_REQUEST、BATTERY2、GIMBAL_DEVICE_ATTITUDE_STATUS、OPTICAL_FLOW、MAG_CAL_REPORT、MAG_CAL_PROGRESS、EKF_STATUS_REPORT、振动和 BATTERY_STATUS 的流速率
SR0_PARAMS	10	Hz	0 50	MAVLink PARAM_VALUE 流速率
SR0_POSITION	1	Hz	0 50	MAVLink GLOBAL_POSITION_INT 和 LOCAL_POSITION_NED 的流速率
SR0_RAW_CTRL	1	Hz	0 50	MAVLink Raw 控制 SERVO_OUT 流速率
SR0_RAW_SENS	1	Hz	0 50	MAVLink RAW_IMU、SCALED_IMU2、SCALED_IMU3、SCALED_PRESSURE、SCALED_PRESSURE2 和 SCALED_PRESSURE3 的流速率
SR0_RC_CHAN	1	Hz	0 50	MAVLink SERVO_OUTPUT_RAW 和 RC_CHANNELS 的流速率
SR1_ADSB	5	Hz	0 50	MAVLink ADSB 流速率
SR1_EXT_STAT	1	Hz	0 50	MAVLink SYS_STATUS、POWER_STATUS、MCU_STATUS、MEMINFO、CURRENT_WAYPOINT、GPS_RAW_INT、GPS_RTK（如果可用）、GPS2_RAW_INT（如果可用）、GPS2_RTK（如果可用）、NAV_CONTROLLER_OUTP

				UT 、 FENCE_STATUS 和 GLOBAL_TARGET_POS_INT 的流速率
SR1_EXTRA1	1	Hz	0 50	MAVLink ATTITUDE 、SIMSTATE（仅限 SIM）、AHRS2、RPM、AOA_SSA、LANDING 、 ESC_ 串 口 ETRY 、 EFI_STATUS 和 PID_TUNING 的流速率
SR1_EXTRA2	1	Hz	0 50	MAVLink VFR_HUD 流速率
SR1_EXTRA3	1	Hz	0 50	MAVLink AHRS 、SYSTEM_TIME、WIND、测距仪、DISTANCE_SENSOR、TERRAIN_REQUEST 、BATTERY2 、GIMBAL_DEVICE_ATTITUDE_STATUS 、OPTICAL_FLOW 、MAG_CAL_REPORT 、MAG_CAL_PROGRESS 、EKF_STATUS_REPORT、振动和 BATTERY_STATUS 的流速率
SR1_PARAMS	10	Hz	0 50	MAVLink PARAM_VALUE 流速率
SR1_POSITION	1	Hz	0 50	MAVLink GLOBAL_POSITION_INT 和 LOCAL_POSITION_NED 的流速率
SR1_RAW_CTRL	1	Hz	0 50	MAVLink Raw 控 制 SERVO_OUT 流速率
SR1_RAW_SENS	1	Hz	0 50	MAVLink RAW_IMU 、SCALED_IMU2 、SCALED_IMU3 、SCALED_PRESSURE 、SCALED_PRESSURE2 和 SCALED_PRESSURE3 的流速率
SR1_RC_CHAN	1	Hz	0 50	MAVLink SERVO_OUTPUT_RAW 和 RC_CHANNELS 的流速率
SR2_ADSB	5	Hz	0 50	MAVLink ADSB 流速率

SR2_EXT_STAT	1	Hz	0 50	MAVLink SYS_STATUS 、POWER_STATUS 、MCU_STATUS、MEMINFO、CURRENT_WAYPOINT 、GPS_RAW_INT 、GPS_RTK（如果可用）、GPS2_RAW_INT（如果可用）、GPS2_RTK（如果可用）、NAV_CONTROLLER_OUTPUT 、FENCE_STATUS 和 GLOBAL_TARGET_POS_INT 的流速率
SR2_EXTRA1	1	Hz	0 50	MAVLink ATTITUDE 、SIMSTATE（仅限 SIM）、AHRS2、RPM、AOA_SSA、LANDING 、ESC_串口ETRY 、EFI_STATUS 和 PID_TUNING 的流速率
SR2_EXTRA2	1	Hz	0 50	MAVLink VFR_HUD 流速率
SR2_EXTRA3	1	Hz	0 50	MAVLink AHRS 、SYSTEM_TIME、WIND、测距仪、DISTANCE_SENSOR、TERRAIN_REQUEST 、BATTERY2 、GIMBAL_DEVICE_ATTITUDE_STATUS 、OPTICAL_FLOW 、MAG_CAL_REPORT 、MAG_CAL_PROGRESS 、EKF_STATUS_REPORT、振动和 BATTERY_STATUS 的流速率
SR2_PARAMS	10	Hz	0 50	MAVLink PARAM_VALUE 流速率
SR2_POSITION	1	Hz	0 50	MAVLink GLOBAL_POSITION_INT 和 LOCAL_POSITION_NED 的流速率
SR2_RAW_CTRL	1	Hz	0 50	MAVLink Raw 控制 SERVO_OUT 流速率
SR2_RAW_SENS	1	Hz	0 50	MAVLink RAW_IMU 、SCALED_IMU2 、SCALED_IMU3 、

				SCALED_PRESSURE 、SCALED_PRESSURE2 和SCALED_PRESSURE3 的流速率
SR2_RC_CHAN	1	Hz	0 50	MAVLink SERVO_OUTPUT_RAW 和RC_CHANNELS 的流速率
SR3_ADSB	5	Hz	0 50	MAVLink ADSB 流速率
SR3_EXT_STAT	2	Hz	0 50	MAVLink SYS_STATUS 、POWER_STATUS 、MCU_STATUS、MEMINFO、CURRENT_WAYPOINT 、GPS_RAW_INT 、GPS_RTK（如果可用）、GPS2_RAW_INT（如果可用）、GPS2_RTK（如果可用）、NAV_CONTROLLER_OUTPUT 、FENCE_STATUS 和GLOBAL_TARGET_POS_INT 的流速率
SR3_EXTRA1	4	Hz	0 50	MAVLink ATTITUDE 、SIMSTATE（仅限 SIM）、AHRS2、RPM、AOA_SSA、LANDING 、ESC_串口ETRY 、EFI_STATUS 和PID_TUNING 的流速率
SR3_EXTRA2	4	Hz	0 50	MAVLink VFR_HUD 流速率
SR3_EXTRA3	2	Hz	0 50	MAVLink AHRS 、SYSTEM_TIME、WIND、测距仪、DISTANCE_SENSOR、TERRAIN_REQUEST 、BATTERY2 、GIMBAL_DEVICE_ATTITUDE_STATUS 、OPTICAL_FLOW 、MAG_CAL_REPORT 、MAG_CAL_PROGRESS 、EKF_STATUS_REPORT、振动和 BATTERY_STATUS 的流速率
SR3_PARAMS	10	Hz	0 50	MAVLink PARAM_VALUE 流速率

SR3_POSITION	2	Hz	0 50	MAVLink GLOBAL_POSITION_INT 和 LOCAL_POSITION_NED 的流速率
SR3_RAW_CTRL	1	Hz	0 50	MAVLink Raw 控制 SERVO_OUT 流速率
SR3_RAW_SENS	2	Hz	0 50	MAVLink RAW_IMU 、SCALED_IMU2 、SCALED_IMU3 、SCALED_PRESSURE 、SCALED_PRESSURE2 和 SCALED_PRESSURE3 的流速率
SR3_RC_CHAN	2	Hz	0 50	MAVLink SERVO_OUTPUT_RAW 和 RC_CHANNELS 的流速率
SR4_ADSB	5	Hz	0 50	MAVLink ADSB 流速率
SR4_EXT_STAT	1	Hz	0 50	MAVLink SYS_STATUS 、POWER_STATUS 、MCU_STATUS、MEMINFO、CURRENT_WAYPOINT 、GPS_RAW_INT 、GPS_RTK（如果可用）、GPS2_RAW_INT（如果可用）、GPS2_RTK（如果可用）、NAV_CONTROLLER_OUTPUT 、FENCE_STATUS 和 GLOBAL_TARGET_POS_INT 的流速率
SR4_EXTRA1	1	Hz	0 50	MAVLink ATTITUDE 、SIMSTATE（仅限 SIM）、AHRS2、RPM、AOA_SSA、LANDING 、ESC_串口 ETRY 、EFI_STATUS 和 PID_TUNING 的流速率
SR4_EXTRA2	1	Hz	0 50	MAVLink VFR_HUD 流速率
SR4_EXTRA3	1	Hz	0 50	MAVLink AHRS 、SYSTEM_TIME、WIND、测距仪、DISTANCE_SENSOR、TERRAIN_REQUEST 、BATTERY2 、GIMBAL_DEVICE_ATTITU

				DE_STATUS、OPTICAL_FLOW、MAG_CAL_REPORT、MAG_CAL_PROGRESS、EKF_STATUS_REPORT、振动和 BATTERY_STATUS 的流速率
SR4_PARAMS	10	Hz	0 50	MAVLink PARAM_VALUE 流速率
SR4_POSITION	1	Hz	0 50	MAVLink GLOBAL_POSITION_INT 和 LOCAL_POSITION_NED 的流速率
SR4_RAW_CTRL	1	Hz	0 50	MAVLink Raw 控制 SERVO_OUT 流速率
SR4_RAW_SENS	1	Hz	0 50	MAVLink RAW_IMU、SCALED_IMU2、SCALED_IMU3、SCALED_PRESSURE、SCALED_PRESSURE2 和 SCALED_PRESSURE3 的流速率
SR4_RC_CHAN	1	Hz	0 50	MAVLink SERVO_OUTPUT_RAW 和 RC_CHANNELS 的流速率
STAB_PITCH_DOWN	2	deg	0 15	在 FBWA 和 AUTOTUNE 模式下，当油门低于 TRIM_THROTTLE 时添加的俯仰度数。线性扩展，因此在达到 THR_MIN 时会增加全部价值。有助于在滑翔或着陆进近时保持较高的空速，并防止意外失速。建议大多数飞机使用 2 度。
STALL_PREVENTION	1		0：禁用 1：启用	在侧倾限制飞行模式下，在低空速下启用侧倾限制。基于空气动力载荷系数的滚动限制，在必须正确设置的 ARSPD_FBW_MIN 上缩放。没有空速传感器，使用来自风速估计的合成空速，两者都可能不准确。
STAT_BOOTCNT	1			主板启动次数

STAT_FLTTIME	0	s		总飞行时间（秒）
STAT_RESET	0	s		自 2016 年 1 月 1 日以来的秒数（Unix 纪元+1451606400），自统计信息重置以来（设置为 0 以重置统计信息）
STAT_RUNTIME	0	s		Autopilot 运行的总时间
STEER2SRV_D	0.005		0 0.1	这调整了转向控制回路的阻尼。该增益有助于减少振动引起的转向抖动。它应该以 0.01 的增量增加，因为过高的值会导致高频转向振荡，从而可能使无人机承受过大的压力。
STEER2SRV_DRTFCT	10	deg/m/s	0.0 50.0	方向盘在速度每增加 m/s 高于“降额速度”时降额的程度。应设置为在较高速度下飞机不会轮流滚动到机翼。
STEER2SRV_DRTMIN	4500	cdeg	0 4500	在最大速度下限制方向盘最小角度的角度。即使它应该在下面降额，它也会在这个角度停止降额。
STEER2SRV_DRTSPD	0	m/s	0.0 30.0	之后的速度，最大转向程度将开始降低。将此速度设置为飞机可以在方向盘最大角度下进行受控转弯而不滚动到机翼的最大速度。如果为 0，则不使用降额。
STEER2SRV_FF	0		0.0 10.0	转向的前馈增益是实现的转弯率与施加的转向的比率。值为 1 表示无人机将以每秒 45 度的速度偏航，并以 1m/s 的地面速度完全转向偏转。
STEER2SRV_I	0.2		0 1.0	这是转向角积分的增益。增加此增益会导致控制器调整由于无人机不配平而产生的稳定偏移。
STEER2SRV_IMAX	1500	cdeg	0 4500	这限制了积分器将运行的转向度数（以厘米为单位）。在 1500 厘米的默认设置下，积分器将被限制为 +- 15 度的伺服行程。最大伺服偏转为

				+- 45 厘米，因此默认值表示总控制冲程的 1/3，除非无人机严重偏离配平，否则这已经足够了。
STEER2SRV_MINSPD	1	m/s	0 5	这是转向的最小假设地面速度，以米/秒为单位。具有最低速度可防止无人机首次开始移动时出现振荡。无人机仍然可以以低于此限制的速度行驶，但转向计算将基于此最低速度进行。
STEER2SRV_P	1.8		0.1 10.0	转向的比例增益。这应该大约等于无人机在低速和最大转向角下的转弯圆的直径
STEER2SRV_TCONST	0.75	s	0.4 1.0	这控制了从要求转向角到达到转向角的时间常数（以秒为单位）。值 0.75 是一个很好的默认值，几乎适用于所有漫游车。飞机上的地面转向需要更小的时间常数，建议将值设置为 0.5，以获得固定翼飞机的最佳地面处理。值 0.75 表示控制器将尝试在 0.75 秒内纠正所需转向角和实际转向角之间的任何偏差。高级用户可能希望缩短此时间以获得更快的响应，但设置比无人机所能达到的时间短是没有意义的。
STICK_MIXING	1		0：禁用 1：FBW 移动 3：仅垂直飞行偏航	启用后，这会在自动模式下将用户摇杆输入添加到控制界面，从而允许用户在不更改模式的情况下进行一定程度的飞行控制。 有两种类型的棒状混合可供选择。 如果将 STICK_MIXING 设置为 1，则它将使用“电传飞行”混音，它以与 FBWA 模式相同的方式控制横滚和俯仰。如果您通常在 FBWA 或 FBWB 模式下驾驶 ArduPlane，这是最安全的选择。 如果将 STICK_MIXING 设置为 3，则它将仅在四翼飞机模式下

				应用于偏航，例如在进行自动 VTOL 起飞或着陆时。
SYS_NUM_RESETS	14			APM 板复位次数
SYSID_ENFORCE	0		0：未强制执行 1：强制执行	这控制是否接受来自预期 GCS 系统 ID 以外的数据包
SYSID_MYGCS	255		1 255	MAVLink 协议中地面站的标识符。除非您还修改地面站以匹配，否则不要更改此设置。
SYSID_THISMAV	1		1 255	允许为该无人机设置单独的 MAVLink 系统 ID，以将其与同一网络上的其他无人机区分开来
TECS_APPR_SMAX	0	m/s	0.0 20.0	着陆进近阶段的最大下沉速率。对于陡峭的着陆方法，这需要很大，尤其是在使用反向推力时。如果为 0，则使用 TECS_SINK_MAX。
TECS_CLMB_MAX	5		0.1 20.0	最大需求爬升率。不要设置高于 THR_MAX 的爬升速度，当电池处于低电压时，TRIM_ARSPD_CM。如果上升时无法保持空速，则降低值。如果油门没有显着增加以上升，则增加值。
TECS_HGT_OMEGA	3		1.0 5.0	这是互补滤波器的交叉频率，用于融合垂直加速度和气压交替，以获得高度率和高度的估计值。
TECS_INTEG_GAIN	0.1		0.0 0.5	积分器增益，可消除长期的速度和高度误差。
TECS_LAND_ARSPD	-1		-1 127	执行自主着陆时，该值用作进近期间的目标空速。 允许的最大空速是 Trim Airspeed 或 ARSPD_FBW_MAX，如 LAND_OPTIONS 位掩码所定义。 请注意，如果您的平台没有空速传感器（请改用 TECS_LAND_THR），则此参数没有用。 如果为负数，

				则该值介于固定翼自动着陆的 ARSPD_FBW_MIN 和 TRIM_CRUISE_CM 速度之间。
TECS_LAND_DAMP	0.5		0.1 1.0	这是在飞行的最后着陆阶段时俯仰需求环路的下沉速率增益。它应该大于 TECS_PTCH_DAMP，以便在耀斑期间更好地控制下沉速率。
TECS_LAND_IGAIN	0		0.0 0.5	这是着陆期间控制环路上的积分器增益。当设置为 0 时，则使用 TECS_INTEG_GAIN。“增加”以增加修剪速度和高度偏移的速率。通常，低于 TECS_INTEG_GAIN 的值效果最佳
TECS_LAND_PDAMP	0		0.1 1.0	这是着陆期间俯仰需求回路的阻尼增益。增加以增加阻尼以纠正速度和高度的振荡。如果设置为 0，则将改用 TECS_PTCH_DAMP。
TECS_LAND_PMAX	10		-5 40	这限制了自动着陆最后阶段使用的螺距。在最后的着陆阶段，大多数飞机需要保持较小的俯仰以避免失速。通常最多 10 度是好的。值为零表示使用正常的俯仰限制。
TECS_LAND_SINK	0.25		0.0 2.0	着陆最后阶段的下沉速率（以米/秒为单位）。
TECS_LAND_SPDWGT	-1		-1.0 2.0	与 SPDWEIGHT 参数相同，不同之处在于此参数在着陆飞行阶段应用。接近 2 的值将导致飞机在着陆过程中忽略高度误差，我们的经验是，飞机因此会保持机头向上——有时对滑翔机着陆有好处（副作用是您可能会滑过着陆点）。接近 0 的值会导致飞机忽略速度误差 - 将值降低到 1 以下时要小心 - 忽略速度可能会导致失速。介于 0 和 2 之间的值是固定着陆

				重量的有效值。当使用 -1 时，重量将在着陆过程中缩放。在着陆进近开始时，它从 TECS_SPDWEIGHT 开始，并在您到达着陆点时缩小到 0。示例：在着陆进近的中途，您的体重实际上为 TECS_SPDWEIGHT/2。
TECS_LAND_SRC	0	m/s/m	-2.0 2.0	当为零时，TECS_LAND_SINK 是固定的汇需求。启用此功能后，随着您进一步超出 LAND 航点，火炬下沉率将增加/减少火炬下沉需求。在航点之前没有效果。此值与 wp 后行进的距离成正比添加到 TECS_LAND_SINK。随着下沉率的增加，如果您行驶得太快并且巡航通过陆地点，您仍然可以在给定的距离内着陆。正值将迫使飞机与通过陆地点的距离成正比地更快地着陆。负数将告诉飞机缓慢爬升，从而允许俯仰失速着陆。建议 0.2 作为初始值。
TECS_LAND_TCONST	2		1.0 5.0	这是 TECS 控制算法在飞行最终着陆阶段的时间常数。它应该小于 TECS_TIME_CONST，以允许更快的耀斑
TECS_LAND_TDAMP	0		0.1 1.0	自动着陆期间油门需求回路的阻尼增益。与 TECS_THR_DAMP 相同，但仅在自动着陆期间有效。增加以增加油门活动以抑制速度和高度的振荡。当设置为 0 时，着陆油门阻尼由 TECS_THR_DAMP 控制。
TECS_LAND_THR	-1		-1 100	如果您的平台没有空速传感器，请使用此参数而不是 LAND_ARSPD。它是着陆进近期间的巡航油门。 如果此值为负数，则禁用该值并改用 TECS_LAND_ARSPD。

TECS_OPTIONS	0			这允许在速度/高度控制器中启用特殊功能。
TECS_PITCH_MAX	15		0 45	在自动油门模式下超控 LIM_PITCH_MAX 以降低爬升率。如果设置为 0，则使用 LIM_PITCH_MAX。为了进行正确的 TECS 调整，请设置为飞机在 TRIM_ARSPD_CM 和 THR_MAX 时可以爬升的角度。
TECS_PITCH_MIN	0		-45 0	在自动油门模式下覆盖 LIM_PITCH_MIN 以降低下降率。如果设置为 0，则使用 LIM_PITCH_MIN。为了进行正确的 TECS 调整，请设置为飞行器可以在不超速的情况下下降的角度。
TECS_PTCH_DAMP	0		0.1 1.0	TECS 控制的俯仰控制阻尼增益。 增加可能会纠正速度和高度的振荡，但过多可能会导致额外的振荡和控制性能下降。
TECS_PTCH_FF_K	0		-5.0 0.0	此参数设置所需空速和俯仰之间的增益。它的弧度单位为每米每秒，通常应为负数。滑翔机的起始值是 -0.04，拖曳机身的起始值为 -0.08。默认值 （0.0） 禁用此前馈。
TECS_PTCH_FF_V0	12		5.0 50.0	该参数设置在所需空速和俯仰之间不施加前馈的空速。它应该对应于飞机以中性俯仰（包括 STAB_PITCH_DOWN）滑行的空速（以米/秒为单位）。
TECS_RLL2THR	10		5.0 30.0	从倾斜角度到油门的增益，以补偿转弯阻力造成的空速损失。设置为大约 10 倍于 45 度转弯引起的下沉速率（以 m/s 为单位）。高效型号可能需要更少，而低效飞机可能需要更多。应在航点和转弯大于 90 度的自动任务中进行调整。用 PTCH2SRV_RLL 和

				KFF_RDDRMIX 进行调整，以实现恒定的空速、恒定的高度转弯。
TECS_SINK_MAX	5		0.0 20.0	最大要求下降率。不要设置高于飞行器在 THR_MIN、TECS_PITCH_MIN 和 ARSPD_FBW_MAX 时可以保持的垂直速度。
TECS_SINK_MIN	2		0.1 10.0	THR_MIN 和 TRIM_ARSPD_CM 时的最小下沉率。
TECS_SPD_OMEGA	2		0.5 2.0	这是互补滤波器的交叉频率，用于融合纵向加速度和空速，以获得更低的噪声和空速滞后估计值。
TECS_SPDWEIGHT	1		0.0 2.0	混合俯仰和油门校正高度和空速误差。如果设置为 0，俯仰控制高度，油门控制空速。如果设置为 2，俯仰控制空速，油门控制高度（适用于滑翔机）。如果设置为 1，则混合。
TECS_SYNAIRSPEED	0		0：禁用 1：启用	这使得在没有真正空速传感器的飞机的 TECS 中使用合成空速成为可能。这对于开发测试很有用，因为用户意识到合成空速系统存在相当大的局限性，例如当风速估计不准确时，估计值非常差。除非您完全了解合成空速估计的局限性，否则不要启用此选项。如果使用健康的空速传感器进行空速测量，则此选项无效。
TECS_THR_DAMP	0.5		0.1 1.0	油门需求环路的阻尼增益。增加以增加油门活动以抑制速度和高度的振荡。
TECS_TIME_CONST	5		3.0 10.0	TECS 控制算法的时间常数。较小的值可以更快地进行高度校正，但可能会导致超调和攻击性行为。
TECS_TKOFF_IGAIN	0		0.0 0.5	这是起飞期间控制环路上的积分器增益。当设置为 0 时，则使用

				TECS_INTEG_GAIN。“增加”以增加修剪速度和高度偏移的速率。通常，高于 TECS_INTEG_GAIN 的值效果最好
TECS_VERT_ACC	7		1.0 10.0	用于校正速度或高度误差的最大垂直加速度。
串口_DELAY	0	s	0 30	延迟无线电遥测以防止 Xbee 在上电时变砖的时间（以秒为单位）
TERRAIN_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	启用地形数据。这使得无人机能够在 SD 卡上存储地形数据数据库。根据需要从地面站请求地形数据，并存储在 SD 卡上以备后用。为了有用，地面站必须支持 TERRAIN_REQUEST 消息，并能够访问地形数据库，例如 SRTM 数据库。
TERRAIN_FOLLOW	0		0：禁用 1：启用	这为巡航模式、FBWB 模式、RTL 和拉力点启用地形跟踪。要使用此选项，您还需要将 TERRAIN_ENABLE 设置为 1，这样就可以从 GCS 获取地形数据，并且您需要有一个支持向飞机发送地形数据的 GCS。启用地形跟踪后，CRUISE 和 FBWB 模式将保持高于地形的高度，而不是高于家庭的高度。在 RTL 中，返回发射高度将被视为高于地形的高度。拉力点高度将被视为地形上方的高度。此选项不会影响任务项目，这些任务项目具有每个航点标志，用于指示它们是高于家乡的高度还是高于地形的高度。要使用地形跟踪任务，您需要一个地面站，该地面站可以在创建任务时将航点类型设置为地形高度航点。
TERRAIN_LOOKAHD	2000	m	0 10000	这将控制地形跟随代码的前方多远，以确保它保持在即将到来的地形之上。值为零表示

				没有前瞻，因此控制器将仅跟踪飞机正下方的地形。在自动模式下，前瞻永远不会超出下一个航点。
THR_FAILSAFE	1		0：禁用 1：启用 2：启用无故障保护	0 禁用故障保护。1 在 RC 输入丢失时启用故障保护。这可以通过低于 THR_FS_VALUE 的节流值、接收器有效脉冲/数据的丢失或提供它的接收器（如 SBUS）中的 FS 位来检测。将发生可编程故障保护操作，RC 输入（如果存在）将被忽略。值为 2 表示当上述任何方法检测到 RC 故障保护时，不会使用 RC 输入，但不会触发 RC 故障保护操作。
THR_FS_VALUE	950		925 2200	油门输入通道上的 PWM 电平，低于该电平时油门故障安全触发。请注意，这应该远低于油门通道的正常最小值。
THR_MAX	100	%	0 100	除手动模式外，在除手动模式外的所有模式下使用的最大油门百分比 tage 前提是未设置 THR_PASS_STAB。
THR_MIN	0	%	-100 100	除手动模式外，在除手动模式外的所有模式下使用的最小油门百分比 tage 前提是未设置 THR_PASS_STAB。如果硬件支持，负值允许反向推力。
THR_PASS_STAB	0		0：禁用 1：启用	如果设置了此值，则在 STABILIZE、FBWA 或 ACRO 模式下，油门是来自发射器的直接直通。这意味着在这些模式下不使用 THR_MIN 和 THR_MAX 设置。这对于汽油发动机很有用，因为在汽油发动机中，您可以设置一个油门切断开关，将油门抑制到正常最小值以下。
THR_SLE	100	%/s	0 127	每秒油门百分比的最大变化。

WRATE				下限基于每个循环增加 1 个伺服微发送。将 SCHED_LOOP_RATE 除以大约 10 以确定可实现的最小值。
THR_SUPP_MAN	0		0：禁用 1：启用	当油门在自动模式下被抑制时，它通常被强制归零。如果启用此选项，则在抑制时，它将是手动油门。这在汽油发动机上很有用，可以在等待起飞时手动保持怠速油门
THROTTLE_NUDGE	1		0：禁用 1：启用	启用后，这将使用自动油门模式下的油门输入将油门或空速“推”到更高或更低的值。当您有空速传感器时，轻推会影响目标空速，因此高于 50%的油门输入会将目标空速从 TRIM_ARSPD_CM 提高到最大 ARSPD_FBW_MAX。当未启用空速传感器时，油门轻推将向上推高目标油门，使油门输入高于 50%。
TKOFF_ACCEL_CNT	1		1 10	这是解锁 TKOFF_THR_MINACC 所需的加速事件数。默认值为 1，这意味着高于 TKOFF_THR_MINACC 的单个向前加速度将解锁。通过将此值设置为高于 1，您可以要求更多的向前/向后移动来解锁。
TKOFF_ALT	50	m	0 200	这是起飞模式的目标高度
TKOFF_DIST	200	m	0 500	这是飞机与起飞位置的距离，飞机将在那里盘旋。盘旋点将在起飞方向（飞机开始起飞时飞机所面向的方向）
TKOFF_FLAP_PCNT	0	%	0 100	自动起飞时应用的襟翼数量（以百分比表示）
TKOFF_LVL_ALT	20	m	0 50	这是机翼在起飞和自动模式下保持水平的高度。低于此高度，滚动需求仅限于 LEVEL_ROLL_LIMIT。正常

				飞行侧倾限制在TKOFF_LVL_ALT*3 或TKOFF_ALT 以上恢复，以较低者为准。在TKOFF_LVL_ALT 和这些高度之间缩放侧倾限制，以实现平稳过渡。
TKOFF_LVL_PITCH	15	deg	0 30	这是初始爬升的目标坡度，TKOFF_LVL_ALT
TKOFF_PLIM_SEC	2	s	0 10	此参数在自动起飞到达目标高度前几秒钟降低俯仰最小限制。这允许飞行控制器在达到目标高度前几秒钟开始调平，从而减少过冲。当设置为零时，任务俯仰最小值将一直执行到目标高度并穿过目标高度，否则俯仰最小值在最后一段中缓慢降低到零。这是pitch_min，而不是需求。飞行控制器仍然应该命令获得高度以完成起飞，但有了这个参数，它不会迫使它比它想要的更高。
TKOFF_ROTATE_SPD	0	m/s	0 30	该参数设置飞行器“旋转”的空速，设置任务中指定的爬升俯仰。如果TKOFF_ROTATE_SPD 为零，则起飞后将立即使用爬升间距。对于手动发射和弹射器发射，应将TKOFF_ROTATE_SPD 设置为零。对于所有地面发射TKOFF_ROTATE_SPD 应设置在失速速度以上，通常为10%至 30%左右。在运行过程中，使用TKOFF_GND_PITCH 使飞机在低于此空速时保持在跑道上。
TKOFF_TDRAG_ELEV	0	%	-100 100	此参数设置在起飞初始阶段应用的升降舵量。它用于在初始起飞阶段将拖尾机的尾轮保持在地面上，以提供最大的

				转向。此选项应与TKOFF_TDRAG_SPD1选件和GROUND_STEER_ALT选件以及地面转向控制器的调整结合使用。值为零表示绕过起飞的初始“尾部保持”阶段。手动和弹射器发射设置为零。对于拖尾机，您通常应将其设置为 100，这意味着在起飞的初始阶段将升降舵装满。对于大多数三轮车起落架飞机来说，零值可以很好地工作，但对于一些三轮车飞机来说，一个小的负值（比如大约 -20 到 -30）将应用下升降舵，这将在初始加速期间将前轮牢固地固定在地面上。仅当您发现前轮在起飞过程中抓地力不佳时才使用负值。三轮车起落架上的升降舵过多可能会导致转向不稳定，因为飞机围绕前轮旋转。一次增加 10% 的电梯。
TKOFF_TDRAG_SPD1	0	m/s	0 30	该参数设置停止按住尾翼并过渡到方向舵控制地面转向的空速。当达到TKOFF_TDRAG_SPD1 时，飞机的俯仰将保持水平，直到达到 TKOFF_ROTATE_SPD，此时任务中指定的起飞俯仰将用于“旋转”俯仰以进行起飞爬升。将TKOFF_TDRAG_SPD1 设置为零可直接进入旋转。手动发射和弹射器发射应设置为零。对于三轮车起落架，它也应该设置为零，除非您使用上述方法轻轻按住前轮。对于尾拖飞机，它应该设置在失速速度以下。
TKOFF_THR_DELAY	2	ds	0 127	此参数设置在通过由TKOFF_THR_MINACC 控制的正向加速度检查后延迟的地面速度检查的时间延迟（以

				1/10 秒为单位）。对于带有推进螺旋桨的手动发射，必须将其设置为不小于 2（0.2 秒）的值，以确保飞机在电机启动之前安全地远离投掷器臂。对于蹦极发射，可以使用更大的值（例如 30）来留出时间让蹦极在发动机启动之前从飞机上释放。
TKOFF_THR_MAX	0	%	0 100	自动起飞期间的最大油门设置。如果此值为零，则 THR_MAX 也用于起飞。
TKOFF_THR_MINACC	0	m/s/s	0 30	在自动起飞中解锁地面速度检查之前的最小前进加速度，单位为 m/s/s。这旨在用于手动发射。将此值设置为 0 将禁用加速测试，这意味着地面速度检查将始终处于解锁状态，这可能允许 GPS 速度跳跃以启动发动机。对于手部发射和蹦极发射，应设置为 15 左右。另请参阅 TKOFF_ACCEL_CNT 参数，以控制完全“摇臂”。
TKOFF_THR_MINSPD	0	m/s	0 30	在自动起飞时取消抑制油门的速度检查使用的最低 GPS 地面速度（以 m/s 为单位）。这可用于弹射器发射，您希望电机仅在飞机离开弹射器后才接合，但由于与 GPS 测量相关的误差，最好使用弹射器发射的 TKOFF_THR_MINACC 和 TKOFF_THR_DELAY 参数。对于带有推进器螺旋桨的手动启动，强烈建议将此参数设置为不小于 4 m/s 的值，以提供额外的保护，防止电机过早启动。请注意，GPS 速度将比实际速度滞后约 0.5 秒。地面速度检查因 TKOFF_THR_DELAY 参数而延迟。
TKOFF_T	0	%/s	-1 127	此参数设置自动起飞期间油

HR_SLEW				门的压摆率。当此值为零时，在起飞期间使用 THR_SLEWRATE 参数。对于滚动起飞，最好设置较低的起飞摆动率以提供较慢的加速度，从而改善地面转向控制。该值是每秒油门变化的百分比，因此值 20 表示在起飞时将油门推进 5 秒以上。不建议低于 20 的值，因为它们可能会导致飞机试图以太小的油门爬出。值 -1 表示起飞时的压摆率没有限制。
TKOFF_TIMEOUT	0	s	0 120	这是自动起飞的超时时间。如果该值为非零，并且飞机在此秒数内没有达到至少 4 m/s 的地面速度，则起飞中止，飞行器解除武装。如果该值为零，则不适用超时。
TRIM_ARSPD_CM	1200	cm/s		在自动油门模式下以厘米/秒为单位的目标空速。该值为指示（校准/表观）空速。
TRIM_PITCH_CD	0	cdeg	-4500 4500	应用于用于飞行中俯仰修剪的 AHRS 俯仰的偏移量。正确的地面平整比更改此参数要好。
TRIM_THROTTLE	45	%	0 100	在自动油门模式下应用飞行的目标油门百分比和保持 TRIM_ARSPD_CM 的油门百分比。注意：低电池电压 tage 在飞行结束时可能需要更高的油门来保持空速。
TUNE_CHAN	0		0：禁用 5：Chan5 6：Chan6 7：Chan7 8：Chan8 9：Chan9 10：Chan10 11：Chan11 12：Chan12 13：Chan13 14：Chan14 15：Chan15 16：Chan16	这将设置发射机调谐的通道。这应该连接到发射器上的旋钮或滑块。需要将其设置为使用 TUNE_CHAN_MIN 给出的 PWM 范围来 TUNE_CHAN_MAX
TUNE_CHAN_MAX	2000		900 2100	这将设置调谐通道的 PWM 上限
TUNE_CHAN_MIN	1000		900 2100	这将设置调谐通道的 PWM 下限

TUNE_ERR_THRESH	0.15		0 1	这将设置控制器错误阈值，超过该阈值将发出警报，并在调整时向 GCS 发送一条消息以警告控制器不稳定。误差是环路中 P+D 校正的均方根值。悬停中的高值表示由于 PID 增益过高或 D 与 P 增益比过高而可能不稳定。-1 将禁用此消息。
TUNE_MODE_REVERT	1		0：禁用 1：启用	这控制调整值是否会在飞行模式更改时恢复。
TUNE_PARAM	0		0：无 1：RateRollPI 2：RateRollP 3：RateRollI 4：RateRollD 5：RatePitchPI 6：RatePitchP 7：RatePitchI 8：RatePitchD 9：RateYawPI 10：RateYawP 11：RateYawI 12：RateYawD 13：AngleRollP 14：AnglePitchP 15：AngleYawP 16：PosXYP 17：PosZP 18：VelXYP 19：VelXYI 20：VelZP 21：AccelZP 22：AccelZI 23：AccelZD 24：RatePitchFF 25：RateRollFF 26：RateYawFF 50：固定翼滚动 P 51：固定翼滚 I 52：固定翼滚 D 53：固定翼滚 FF 54：固定翼俯仰 P 55：固定翼俯仰 I 56：固定翼俯仰 D 57：固定翼俯仰 FF 101：Set_RateRollPitch 102：Set_RateRoll 103：Set_RatePitch 104：Set_RateYaw105：Set_AngleRollPitch 106：Set_VelXY 107：Set_AccelZ 108：Set_RatePitchDP 109：Set_RateRollDP 110：Set_RateYawDP	这将设置将调整哪个参数或一组参数。大于 100 的值表示一组参数，而不是单个参数。小于 50 的参数仅适用于 QuadPlane 垂直升降电机。
TUNE_R	2			这将设置优化将更改参数的

ANGE				范围。值为 2 表示调谐参数将在调谐通道范围内从起始值的 0.5 倍变为起始值的 2 倍
TUNE_SELECTOR	0		0:禁用 1:Chan1 2:Chan3 3:Chan3 4:Chan4 5:Chan5 6:Chan6 7:Chan7 8:Chan8 9:Chan9 10:Chan10 11:Chan11 12:Chan12 13:Chan13 14:Chan14 15:Chan15 16:Chan16	这将设置发射机调谐选择器开关的通道。这应该是一个 2 位开关，最好是弹簧加载的。PWM 高于 1700 表示高，低于 1300 表示低。如果未设置选择器，则您将无法在飞行过程中在参数之间切换或将调谐旋钮重新居中
USE_REV_THRUST	2		0：仅手动 1：自动始终 2：自动着陆	这控制何时使用反向推力。如果设置为零，则从不使用反向推力。如果设置为非零值，则位对应于可以使用反向推力的飞行阶段。USE_REV_THRUST 最常用的值是 2，表示仅 AUTO_LAND。这样就可以在 AUTO 模式的着陆阶段实现反向推力。另一个常见的选择是 1，这意味着在所有自动飞行阶段使用反向推力。如果启用了 THR_MIN < 0，则始终在 MANUAL 模式下使用反向推力。在非自动油门控制模式下，如果不使用反向推力，则该模式下的 THR_MIN 实际上设置为 0。
VISO_TYPE	0		0：无 1：MAVLink 2：IntelT265 3：VOXL（ModalAI）	可视里程计相机连接类型
VTX_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	打开和关闭视频发射器
WP_LOITER_RAD	60	m	-32767 32767	定义飞机在盘旋期间将保持的与航点中心的距离。如果将此值设置为负数，则默认盘旋方向将是逆时针而不是顺时针。
WP_MAX_RADIUS	0	m	0 32767	设置到航点的最大距离，以便将该航点视为完整。这覆盖了通常用于认为航点完成的“越过终点线”逻辑。对于正常的

				AUTO 行为，此参数应设置为零。仅当飞机确实在给定半径内接近时，才建议使用非零值，并且应该绕行直到它这样做。如果飞行器的转弯半径大于设置的最大半径，这可能会导致飞行器永远循环。
WP_RADIUS	90	m	1 32767	定义与航点的最大距离，当越过该航点时，该航点可能已完成。为了避免飞机绕航点盘旋，以防它错过超过WP_RADIUS，需要进行额外的检查，看看飞机是否已经越过了“终点线”，穿过航点并垂直于前一个航点的飞行路径。如果越过终点线，则认为航点已完成。请注意，导航控制器可能会根据转弯的急速和飞机的速度决定转弯晚于航点前 WP_RADIUS 转弯。将 WP_RADIUS 设置为比飞机通常的转弯半径大得多是安全的，导航控制器将确定何时转弯。如果你 WP_RADIUS 设置得太小，那么你往往会超过转弯。
YAW_RATE_ENABLE	0		0：禁用 1：启用	启用特技飞行的偏航角速率控制器
YAW2SRV_DAMP	0		0 2	从偏航率到方向舵的增益。在偏航阻尼时最有效，应在 KFF_RDDRMIX 后进行调整。如果设置为 0，也会禁用 YAW2SRV_INT。
YAW2SRV_IMAX	1500		0 4500	偏航积分器增益的极限，单位为伺服行程的厘米度。假设舵机具有 +/- 4500 厘米的行程，因此值 1500 允许最多修剪舵机行程范围的 1/3。
YAW2SRV_INT	0		0 2	横向加速度误差的积分增益。有效调整方向舵，消除长期侧滑。
YAW2SRV_RLL	1		0.8 1.2	增益到所需的偏航率，使其与协调转弯中的转弯率保持一

				致。纠正转弯建立后的偏航倾向。通过抬起来增加偏航转弯。通过减少来增加转弯的偏航。超出 0.9-1.1 范围的值表示空速校准问题。
YAW2SRV_SLIP	0		0 4	对于具有足够机身面积以检测横向加速度和侧滑的飞机，从横向加速度到所需偏航率的增益。不要启用飞翼和滑翔机。主动协调飞行，而不仅仅是偏航阻尼。在调谐 YAW2SRV_DAMP 和 YAW2SRV_INT 后设置。

附件 2 常见的故障警告信息含义

故障项目	故障代码	故障意义
遥控器	Radio-1	飞控丢失遥控器控制信号超过 2 秒
	Radio-0	飞控恢复遥控器控制信号
遥控器失控保护（已经设置遥控器失控保护）	FAILSAFE_RADIO-1	启动设置遥控器失控保护，进入失控保护动作
	FAILSAFE_RADIO-0	失控保护取消，恢复正常
罗盘	Compass-1	罗盘初始化错误（一般硬件问题）
	Compass-2	读取罗盘数据失败（一般硬件问题）
	Compass-0	问题解决

光流	Optical flow-1	光流初始化失败（一般硬件问题）
油门失控保护	Throttle failsafe-1	油门低于设置失控保护值，代表丢失遥控器信号
	Throttle failsafe-0	信号恢复连接
电池电压失控保护	Battery failsafe-1	电池电压低于设置保护值，进入失控保护
GPS 失控保护	GPS failsafe-1	GPS 丢失位置定位超过 5 秒
	GPS failsafe-0	GPS 恢复定位

附件 3 应急保护

附 3.1.数传链路断开

在飞行过程中，如果地面站 GCS 的数传链路与飞控数传链路断开了（超过数传距离或者地面站死机故障），可以根据设置进行 RTL 返航或者继续完成飞行任务

丢失地面站将会发生以下操作：

- 飞行器锁定：如果在增稳模式或者特技模式，而且油门是最低值；
- RTL：如果 GPS 已经锁定而且离 home 点距离超过 2 米；
- 降落：如果没有 GPS 锁定或者离家距离低于 2 米；
- 继续完成飞行任务：如果是在自动模式和设置了 GCS 失控保护为选项 2(Enabled_continue_in_auto_mode)；

如果触发了 GCS 丢失保护后，GCS 又重新连接上了，这不会清除故障保护，还需继续失控后的飞行模式（如 RTL），如果想夺回飞机控制权，需要手动认为切换到你想要的模式

设置 GCS 丢失保护：

在地面站–配置调试–全部参数 列表 FS_GCS_ENABLE 参数

• 0 是禁用 GCS 保护

• 1 丢失 GCS 后，启动 RTL 返航模式

• 2 当前模式为 AUTO，会继续完成飞行任务计划，否则执行 RTL 返航模式

附 3.2.遥控器失效保护

RC 接收机油门失控原理：一般遥控器接收机都有油门失控功能，就是当接收机接收不发发射机过来的信号时，油门通道（第三通道）会自动切换到一个低于 1000 PWM 的值（例如 950）。飞控读取到第三通道为 950 值的时候，就认为 RC 遥控器已经失控，从而切换对应的保护模式：如 RTL 返回起飞点或者 AUTO 自动继续飞行

如果正确设置了油门失控保护，它的启动条件是：

- 飞行器超出 RC 遥控通讯范围。
- 关闭遥控器发射机
- 接收机出现了异常

当油门故障保护被触发，飞行器会执行以下操作：

- 没有任何操作：飞行器还未解锁
- 电机上锁：在自稳模式或者特技模式，而且油门为最低值
- 返航：如果在飞行中，而且 GPS 锁定而且离家超过 2 米
- 降落：如果 GPS 为锁定或者离 home 点在 2 米内

如果失控保护被清除了，飞行模式也不会被改变，会保持失控后的模式。如果想重新控制他，需要手动进行切换模式。

接收机与飞控板设置：

接收机设置：

• 每个品牌的设置都不一样，具体都要参照说明书-失控保护部分的介绍，如果你的接收机不具备油门失控保护功能，就无法使用油门失控保护功能，设定前，请参考 RC 遥控器说明书了解设置方式和是否具备功能

• 失控后，油门通道设定为 965，这个是一个理想值，请按标准值进行设置，减少不必要的麻烦：）

• 失控后，其他通道应该保持中值

飞控板设置：

• 使用地面站设置之前，请确保已经设置要你的遥控器和接收机

• 断开电池，使用 USB 进行连接地面站

• Initial Setup 初始设置 >> Mandatory Hardware 必要硬件 >> Failsafe 失控保护.

• “故障保护选项”为“Enabled_always_RTL”或“Enabled_continue_in_auto_mode”让想自动执行任务时，可以超出发送/接收范围（一般来说不推荐)。

• 测试发射机：你可以尝试关闭发射机，看看 RADIO3 是否已经跌落到 965 左右，打开发射机又恢复正常值。如果是，说明 RC 发射机设置的正常的。

测试失控保护是否正常开启：（去掉螺旋桨进行）

测试#1：使用增稳模式解锁，不要推油门，然后关闭遥控器发射机，飞行器应该马上上锁，然后红色 LED 开始闪烁提示已经丢失发射机。

测试#2：油门高于 0，确保飞行模式切换为“返航”或“降落”。

• 切换到自稳模式，解锁电机，推高油门至中间位置。 关闭发射机。 如果你 GPS 锁定了，飞行模式切换到 RTL，或着如果没有 GPS 锁定，切换至“模式”（飞行模式和 GPS 锁定状态在 Mission Planner 的飞行数据窗口显示）。

测试#3：油门故障保护发生后，重新获得控制。

• 接着测试#2，重新打开遥控器。

• 飞行模式仍然是“返航”或“降落”，电机已解锁，切换飞行模式开关至其位置，然后再切换为自稳模式。 确保故障保护页面的飞行模式正确更新了。

遥控器通道失控保护

当接收机不具备油门失控保护时，可以设置通道失控切换模式（RTL AUTO 等）

这个是一个折中的办法，实际不太推荐使用这个方式，不太稳定

市面上的遥控器基本都带通道失控保护功能

设置过程（设定 RTL 为例）：

• 连接地面站-初始设置-必要硬件-飞行模式：设定一个 RTL 模式，如 PWM 1900

• 设置 RC 遥控器通道失控保护，保持第五通道失控后在 1900 的值，即为 RTL 模式，其他通道保持中值就可以了

附 3.3.电池低压保护

电池故障保护，可以设置一个阈值，电压或者保留电量值，让飞控自动执行 RTL 或者降落操作。使用电池故障保护，必须使用一个电压电流传感器才能设置和起效。

如果正确设置了电池故障保护，启动条件是：

- 电压低于设置值，超过 10 秒
- 剩余容量低于设置保留值

如果保护被触发，将会发生如下应急报复反应：

- 什么都不会发生：如果飞行器没有解锁
- 自动上锁：如果在增稳模式或者特技模式，油门为最低值
- 返航——如果在自动模式，已获得 GPS 锁定，并且离“家”的位置 2 米以上
- 降落——在所有其他情况下

设置电池失效保护：

- 在地面站-初始设置-必要硬件-故障保护 FailSafe
- 设置一个电池电压阈值（根据电池电压进行设置，例如 3S 可以设置 10.5-10.8）
- 保留容量 mah 不建议使用，这可能是不准确的，请设置 0，如果不开启。
- 设置切换的模式，如果 RTL 返航 或者 LAND 降落

附 3.4.EKF / DCM 检查故障安全

直升机 3.2 增加了一个 DCM 航向检查和一个 EKF（检查，以捕捉由于航向估计值不佳而造成的飞行)。注意：从直升机 3.3 开始，EKF 故障安全取代了 GPS 故障安全。

触发条件：在所有主板上默认运行 DCM 检查，并在 GPS 隐含航向和 DCM 的估计航向至少 60 度（可配置 DCM_CHECK_THRESH 参数）达一整秒时触发。

EKF 检查仅在 Pixhawk/pixhack 上运行，并且仅在 EKF 被用作姿态和位置估计的主要来源（即 AHRS_EKF_USE = 1）时才运行。当 EKF 的指南针和速度“方差”高于 0.8（可用 EKF_CHECK_THRESH 参数配置）一秒钟时，将触发此检查。随着估计变得不可信，这个“差异”会增加。 0 =非常值得信赖，> 1.0 =非常不值得信任。如果两个差异均超过 EKF_CHECK_THRESH 参数（默认值为 0.8），EKF / Inav 故障安全触发器。

故障安全触发器会发生：

- Pixhawk 的 LED 将闪烁红黄色，声音警报将会响起。
- 如果遥测附带“EKF 方差”将出现在 HUD 上。
- EKF / DCM 错误将被写入到数据闪存日志中

如果在不需要 GPS 的飞行模式下飞行，则无法进一步发生，但是在故障清除之前，您将无法切换到自动驾驶飞行模式（Loiter，PosHold，RTL，Guided，Auto）。

如果在需要 GPS（Loiter，PosHold，RTL，Guided，Auto）的模式下飞行，车辆将切换到“先导控制”LAND。这意味着飞行员可以控制侧倾角和俯仰角，但是飞行器会下降，降落，最后解除电机的控制。飞行员可以像总是切换到手动飞行模式，包括稳定或 AltHold 将飞行器控制返航。

调整灵敏度或禁用检查　DCM 和 EKF 检查和故障安全可以通过任务计划程序的配置/调整>>完整参数列表将 DCM_CHECK_THRESH 或 EKF_CHECK_THRESH 设置为“0”来禁用。或者，可以通过将此参数从 0.8 增加到 0.9 或 1.0 来使其变得不那么敏感。增加这个参数的值的缺点是，在一个不良的指南针或全球定位系统导致飞行故障时，飞行器将自动切换到降落模式之前仍然飞行。

附件 4 故障保护相关设置参数

AFS_ENABLE	0			这个选项启用高级失效保护系统. 若设为 0(禁用)所有高级失效保护功能无效.
FS_GCS_ENABL	0		0:禁用 1:心跳信号包 2:心跳信号包以及 REMRSSI	开启地面站数传失效保护. 失效保护会在超过 FS_LONG_TIMEOUT 秒没有收到 Mavlink 心跳信息语句时触发. 有两种可以开启的设置. 设置 FS_GCS_ENABL 为 1 意味着飞行器会在没有收到 MAVLink 心跳信号包时触发地面站失效保护. 设置 FS_GCS_ENABL 为 2 意味着飞行器会在没有收到心跳信号包，或者没有收到启用了 Mavlink 的 3DR 电台发回的 RADIO_STATUS 语句(意味着地面站没有收到飞行器信息，这个状态包含在 RADIO_STATUS 中)时，触发地面站失效保护.REMRSSI 场为 0(这在单链路数传的地面端和空中端具有不对称噪声时

				可能发生). 警告: 开启此选项可能导致飞机在地面上与地面站失联时就进入失控保护并且启动电机. 如果这个选项在一个电动飞机上启用了，必须同时启用 ARMING_REQUIRED.
FS_LONG_ACTN	0		0:继续 1:返航 2:滑翔	长时(FS_LONG_TIMEOUT seconds)失效保护动作. 在自稳和手动模式下,若 FS_LONG_ACTN 为 0 或 1，长失效保护将导致模式被切换到返航；设为 2 则切到 FBWA 模式. 在自动模式 (包括引导)下，若 FS_LONG_ACTN 设为 0, 长失效保护将会让飞行器继续任务；设为 1，切到返航；设为 2，切到 FBWA.
FS_LONG_TIMEOUT	5	秒	1 300	长失效保护触发前，失效保护需要持续的秒数. 默认值 20 秒.
FS_SHORT_ACTN	0		0:继续 1:盘旋/返航 2:滑翔	短时(FS_SHORT_TIMEOUT)失效保护动作. 短失效保护可以被遥控信号丢失(参见 THR_FS_VALUE)或地面站失联(参见 FS_GCS_ENABL)来触发. 在自稳和手动模式下,若 FS_SHORT_ACTN 为 0 或 1，短失效保护将导致模式被切换到盘旋(Circle)；设为 2 则切到 FBWA 模式. 在任何的其他模式下(包括自动模式和引导模式),若 FS_SHORT_ACTN 设为 0,短失效保护不会造成模式更改；设为 1，切到盘旋；设为 2，切到 FBWA. 请参阅 FS_LONG_ACTN 了解 FS_LONG_TIMEOUT 时长后的失效保护行为(长失效保护).

FS_SHORT_TIMEOUT	1.5	秒	1 100	短失效保护触发前，失效保护需要持续的秒数. 默认值 1.5 秒

附 5 数据融合算法和控制实现

附 5.1 软件的基本组成

/*

该程序提供以下功能：

- 组合控制速度和高度，使用油门控制总能量，使用俯仰角控制潜在能量和动能之间的交换。
- 在计算俯仰角时，可选择速度优先模式或高度优先模式。
- 当没有速度测量可用时，使用回退模式，基于高度速率需求设置油门，并将俯仰角控制切换到高度优先模式。
- 低速保护功能要求最大油门并将俯仰角控制切换到速度优先模式。
- 通过使用直观的时间常数、积分器和阻尼增益以及易于测量的飞机性能数据，相对容易进行调试。

结合理论知识，飞控软件开发包括几个关键的函数：

① update_speed(load_factor)

此函数主要目的是计算出真实的速度数值，详细可以参见 ArduPilot—AP_TECS—更新速度。

② update_speed_demand();

此函数主要目的是计算出下一步需要用到的速度目标值以及速度速率（微分项）目标值，这里用到了真实速度和总能量速率的最大最小值来对速度目标值进行一些速率限制，以防超过物理性能上的限制。

③ update_height_demand();

此函数主要目的是计算出下一步需要用到的飞机高度目标值以及高度速率（微分项）目标值。

④ update_energies();

此函数主要目的是计算出下一步需要用到的总能量，更新势能、动能以及势能微分和动能微

分的目标值和实际估计值。

⑤ update_throttle_with_airspeed();

此函数主要目的是计算出下一步需要用到的油门目标值（使用速度计的情况，这里暂且不讨论不使用速度计的情况）。

采用总能量的误差作为控制器的输入，通过 PID+前馈控制器，得到油门的目标值。这里与理论中讲到的也不太一致，

理论中用总能量的误差作为积分器的输入，用总能量的反馈作为 P 的输入，是为了防止较大的超调，

但是这里因为加入了 D 阻尼，所以对超调有一点的抑制作用。

油门的目标值将直接作为飞机油门的通道的输出，提高飞机螺旋桨旋转，进一步提供飞机的推力。

⑥ update_pitch();

此函数主要目的是计算出下一步需要用到的 pitch 角的目标值，理论上应该求到的是航迹角，但是一般情况认为飞机的攻角比较小，

从而通过将升降舵的偏角作为 pitch 角的目标值，以此来更好地控制航迹角。

这里计算了势能和动能的均衡值，即对动能和势能均进行加权，两个权重之和为 2，如果动能的权重为 2，

那么势能的权重为 0，此时飞机更加偏向动能，也就更加逼近速度目标。反之，飞机更加倾向势能，也就更加逼近飞机的高度目标，

如果权重为 1，说明双方兼顾，能量倾向更均衡。

```
// Calculate Specific Energy Balance demand, and error
float SEB_dem          = _SPE_dem * SPE_weighting - _SKE_dem * SKE_weighting;
float SEBdot_dem     = _SPEdot_dem * SPE_weighting - _SKEdot_dem * SKE_weighting;
float SEB_error       = SEB_dem - (_SPE_est * SPE_weighting - _SKE_est * SKE_weighting);
float SEBdot_error = SEBdot_dem - (_SPEdot * SPE_weighting - _SKEdot * SKE_weighting);
```

进一步通过均衡能量的目标值与估计值做差，计算均衡能量误差及其微分值。

最终的 pitch 的目标值也是利用均衡能量误差作为控制输入，经过 PID 控制器输出的。

更新得到的 pitch 目标值就会进入 pitch controller 里面，与导航观测到的 pitch 估计值做差，

进一步做姿态角的控制，

进而改变升降舵的偏移量，从而控制飞机的势能与动能的均衡。

*

*/

附 5.2 算法数据来源和融合

```
void AP_TECS::update_50hz(void)
{
    // 用于高度和高度速率的三阶互补滤波器。
    // estimated height rate = _climb_rate      估计的高度速率等于爬升速率(_climb_rate)。
    // estimated height above field elevation   = _height        估计的离场高度等于场地高度以上的高度(_height)。
    // Reference Paper :
    // Optimizing the Gains of the Baro-Inertial Vertical Channel
    // Widnall W.S, Sinha P.K,
    // AIAA Journal of Guidance and Control, 78-1307R

    /*
      首先，需要强调的是，这里的 3 阶互补滤波（Complementary Filter）是在飞控无法获取 EKF（Extend Kalman Filter）
      提供的北东地三个方向上速度的情况下才使用的，意思是首选扩展卡尔曼滤波，
      扩展卡尔曼滤波不能正常工作时才使用 3 阶互补滤波。

      3 阶互补滤波:(融合气压计的高度信息与加速度计的垂直方向数据）
       omega2 = omega * omega,（omega-互补滤波的频率 - 由全参数给定，默认为 3 radius / s）
      error_h = baro_h - filter_h，（h-高度，baro-气压计，filter-互补滤波器）
      Integ1 = error_h * omega2 * omega，（第一阶段，可以理解为高度方向上的加加速度 - 加速度的微分）
      dd_h = Integ1 * dt + dd_h，（通过积分，获得下一时刻的 dd_h-滤波器估计出的高度
```

的加速度）

Integ2 = dd_h + acc_h + error_h * omega2 * 3，（第二阶，可以理解为高度方向上校正后的加速度）

climb_rate = Integ2 * dt + climb_rate，（积分后得到下一时刻的爬升速率）

Integ3 = error_h * omega * 3 + climb_rate，（第三阶段，可以理解为高度方向上校正后的速度）

filter_h = Integ3 * dt + filter_h，（积分，估计出下一刻的高度）

其中，acc_h = -（acc_z + g）。acc_z =加速度计获取的 z 方向（垂直向下）数据，g - 重力加速度

dt = 采样间隔

所以不采用 2 阶互补滤波，而采用 3 阶互补滤波，是不想忽略加速度偏差或者重力计算偏差导致的误差，进一步精确估计结果。

*/

```
/*
   如果从扩展卡尔曼滤波器(EKF)中有垂直位置的估计值输出，则使用该数值；
   否则使用气压高度。
 */
_ahrs.get_relative_position_D_home(_height);
_height *= -1.0f;

// 计算距离上一次更新的时间（以秒为单位）。
uint64_t now = AP_HAL::micros64();
float DT = (now - _update_50hz_last_usec) * 1.0e-6f;
if (DT > 1.0f) {
    _climb_rate = 0.0f;
    _height_filter.dd_height = 0.0f;
    DT = 0.02f; // 当首次启动纵向飞行控制系统（TECS）时，使用一个较小的时间常数。
}
```

```
_update_50hz_last_usec = now;

// 如果有惯性导航系统的垂直速度和高度信息可用，则使用它们。
Vector3f velned;
if (_ahrs.get_velocity_NED(velned)) {
    // _ahrs.get_velocity_NED     返回以米/秒为单位的地面速度，顺序为北/东/下。
    // 只有在 have_inertial_nav()为 true 时才能调用此函数。
    // 如果可能，可以使用扩展卡尔曼滤波器（EKF）的垂直速度信息。
    _climb_rate = -velned.z;   // 爬升速度   向上爬升为正，下降为负
} else {
    /*
       使用补偿滤波器来计算爬升速率。
       该滤波器的设计旨在减小滞后。
     */
    // 获取气压高度
    const float baro_alt = AP::baro().get_altitude();
    // 获得高度加速度。
    float hgt_ddot_mea = -(_ahrs.get_accel_ef().z + GRAVITY_MSS);
     /*
        其中，acc_h = - （acc_z + g）。acc_z =加速度计获取的 z 方向（垂直向下）数据，g -  重力加速度
        */

    // 转换等价的速度为真实的速度
    // Perform filter calculation using backwards Euler integration
    // Coefficients selected to place all three filter poles at omega
    // 使用向后欧拉积分进行滤波计算，选择系数，使得所有三个滤波器极点都位于角频率  omega  处。
    float omega2 = _hgtCompFiltOmega*_hgtCompFiltOmega;
     // _hgtCompFiltOmega    高度互补滤波器频率（弧度/秒）    （omega-互补滤波的
```

频率 - 由全参数给定，默认为 3 radius / s）

float hgt_err = baro_alt - _height_filter.height;　　// 高度差=气压高-滤波高　baro-气压计，filter-互补滤波器

float integ1_input = hgt_err * omega2 * _hgtCompFiltOmega;　// （第一阶段，可以理解为高度方向上的加加速度 - 加速度的微分）

_height_filter.dd_height += integ1_input * DT;　// 通过积分，获得下一时刻的 dd_h-滤波器估计出的高度的加速度

float integ2_input = _height_filter.dd_height + hgt_ddot_mea + hgt_err * omega2 * 3.0f;

// 第二阶，可以理解为高度方向上校正后的加速度

_climb_rate += integ2_input * DT; // 积分后得到下一时刻的爬升速率

float integ3_input = _climb_rate + hgt_err * _hgtCompFiltOmega * 3.0f;

// 第三阶段，可以理解为高度方向上校正后的速度

// If more than 1 second has elapsed since last update then reset the integrator state to the measured height

// 如果距离上次更新已经过去超过 1 秒，则将积分器状态重置为测量的高度值。

if (DT > 1.0f) {

_height_filter.height = _height;

} else {

_height_filter.height += integ3_input*DT;　// 积分，估计出下一刻的高度

}

}

```
    // Update and average speed rate of change Get DCM
    //  从  DCM  获取更新、平均速度变化率。
    const Matrix3f &rotMat = _ahrs.get_rotation_body_to_ned();
    //  计算速度的变化率
    float temp = rotMat.c.x * GRAVITY_MSS + AP::ins().get_accel().x;
    // take 5 point moving average   对数据进行 5 点移动平均处理。
    /*
    移动平均是一种平滑数据的方法，它通过计算相邻数据点的平均值来减少噪声和突变。
    在 5 点移动平均中，每个数据点的值都是其自身及其前后两个数据点的平均值。
    以下是计算 5 点移动平均的步骤：
    1) 对于第一个数据点，使用自身及其后面四个数据点的平均值作为平均值。
    2) 对于中间的数据点，使用当前数据点及其前后两个数据点的平均值作为平均值。
    3) 对于最后一个数据点，使用自身及其前面四个数据点的平均值作为平均值。
    */
    _vel_dot = _vdot_filter.apply(temp); //  高度速度变化率

}

void AP_TECS::_update_speed(float load_factor)
{
    /*
    此函数主要目的是计算出真实的速度数值。
    从程序中可以看到主要就是一些逻辑判断和这个二阶互补滤波。

    _spdComFiltOmega  是用于融合 X 轴（向前）加速度和速度的互补滤波器的交叉频率，为了获得较低的速度噪声和滞后估计;

    integDTAS_input  可以理解为速度的二次微分项，即空气加加速度;

    TAS_input  可以理解为速度的一次微分项，即速度加速度。
```

```
    _vel_dot =重力加速度在水平 X 轴上的分量与加速度计 x 轴的数值之和。
    */


    // 计算更新时间/采样间隔
    // 计算距离上次更新的时间（以秒为单位）。
    uint64_t now = AP_HAL::micros64();
    float DT = (now - _update_speed_last_usec) * 1.0e-6f;
    _update_speed_last_usec = now;

    // 将等效速度转换为真实速速。
    float EAS2TAS = _ahrs.get_EAS2TAS(); // 表速与真速度的比例
    _TAS_dem = _EAS_dem * EAS2TAS;  // _EAS_dem  等效速度需求  //_TAS_dem 当前真速度需求
    _TASmax     = aparm.airspeed_max * EAS2TAS;
    _TASmin     = aparm.airspeed_min * EAS2TAS;

    if (aparm.stall_prevention) {
        _TASmin *= load_factor;
    }

    if (_TASmax < _TASmin) {
        _TASmax = _TASmin;
    }
    if (_TASmin > _TAS_dem) {
        _TASmin = _TAS_dem;
    }

    // 重置自上次更新以来的时间状态。
```

```
if (DT > 1.0f) {
    _TAS_state = (_EAS * EAS2TAS);  // 实际速度，经过下面的二阶滤波器，使得速度的测量值更加平滑准确
    _TAS_state = MAX(_TAS_state, min_airspeed);
    _integDTAS_state = 0.0f;
    DT                  = 0.1f; // when first starting TECS, use a small time constant
                                // 在首次启动 TECS（时间连续系统）时，使用一个较小的时间常数。
}

// 执行一个二阶互补滤波器，以获取平滑的速度估计值，速度估计值保存在_TAS_state 中。
// 使得速度的测量值更加平滑准确
float aspdErr = (_EAS * EAS2TAS) - _TAS_state;  // 速度误差值
float integDTAS_input = aspdErr * _spdCompFiltOmega * _spdCompFiltOmega;      // _spdCompFiltOmega  速度互补滤波器频率（弧度/秒）。
// 防止状态出现过度累积（winding up）
if (_TAS_state < 3.1f) {
    integDTAS_input = MAX(integDTAS_input, 0.0f);
}
_integDTAS_state = _integDTAS_state + integDTAS_input * DT; // 速度偏差积分
float TAS_input = _integDTAS_state + _vel_dot + aspdErr * _spdCompFiltOmega * 1.4142f; // _vel_dot 速度变化率
_TAS_state = _TAS_state + TAS_input * DT;
_TAS_state = MAX(_TAS_state, min_airspeed);
/*
```

从程序中可以看到主要就是一些逻辑判断和这个二阶互补滤波，它的作用是为了消除速度计的测量误差。

_spdComFiltOmega 是用于融合 X 轴（向前）加速度和速度的互补滤波器的交叉频率，为了获得较低的速度噪声和滞后估计;

integDTAS_input 可以理解为速度的二次微分项，即空气加加速度;

TAS_input 可以理解为速度的一次微分项，即空气加速度。

_vel_dot =重力加速度在水平 X 轴上的分量与加速度计 x 轴的数值之和。

```
// Update and average speed rate of change
// Get DCM
    const Matrix3f &rotMat = _ahrs.get_rotation_body_to_ned();
// Calculate speed rate of change
  float temp = rotMat.c.x * GRAVITY_MSS + _ahrs.get_ins().get_accel().x;
// take 5 point moving average
  _vel_dot = _vdot_filter.apply(temp);
```

load_factor = aerodynamic_load_factor，初始值为 1。后续被 update_flight_mode 函数中的除去垂起相关模式以及手动、stabilize、Acro 等其余模式下每 400Hz 更新一次，具体更新如下代码：

```
  float demanded_roll = fabsf(nav_roll_cd*0.01f);
if (demanded_roll > 85) {
      // 限制 roll 的目标需求最大为 85 度，以防临近 90 出现数据错误（奇异问题）
      demanded_roll = 85;
}
aerodynamic_load_factor = 1.0f / safe_sqrt(cosf(radians(demanded_roll)));
*/

}
```

附 5.3 卡尔曼滤波融合算法（EKF）

飞控软件使用扩展卡尔曼滤波器（EKF）算法，基于速率陀螺仪，加速度计，罗盘，GPS，空速和大气压力测量来估计飞机位置，速度和角度方向。

EKF 与简单的互补滤波器算法（即“惯性导航”）相比优点在于：通过融合所有可用的测量数据，能够更好的过滤掉有明显误差的测量数据，这使飞机不会受单个传感器故障的影响。 EKF 还可以使用诸如光流和激光测距仪等可选传感器进行测量，以辅助导航。

算计基本原理如下：

考虑高斯白噪声的非线性系统：

$$\begin{cases} x_{k+1} = f(x_k) + w_k \\ z_k = h(x_k) + v_k \end{cases}$$

x_k为状态向量，z_k量测向量，$f(\cdot)$和$h(\cdot)$分别为系统非线性状态函数和量测函数

w_k和v_k分别是零均值，协方差为$\mathbf{Q}_k$和$\mathbf{R}_k$的不相关高斯白噪声。

https://blog.csdn.net/gangdanerya

假设我们已知 k时刻状态估计值 $\hat{x}_{k|k}$和估计方差 $P_{k|k}$，

我们将非线性函数 $f(x_k)$在$\hat{x}_{k|k}$处进行一阶泰勒展开可 得：

$$f(x_k) = f(\hat{x}_{k|k}) + \frac{\partial f}{\partial x_k}|_{x_k=\hat{x}_{k|k}} (x_k - \hat{x}_{k|k}) + o(x_k - \hat{x}_{k|k})$$

其中 $o(x_k - \hat{x}_{k|k})$为高阶项，我们定义 $\frac{\partial f}{\partial x_k}|_{x_k=\hat{x}_{k|k}} = F_k$，忽略高阶项，状态方程 可以化简为：

$$x_{k+1} = f(\hat{x}_{k|k}) + F_k(x_k - \hat{x}_{k|k}) + w_k$$

一步状态预测： $\hat{x}_{k+1|k} = \mathrm{E}[f(\hat{x}_{k|k}) + F_k(x_k - \hat{x}_{k|k}) + w_k] = f(\hat{x}_{k|k})$

一步预测协方差：

$$\begin{aligned} P_{k+1|k} &= \mathrm{E}[(x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k})(x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k})^{\mathrm{T}}] \\ &= \mathrm{E}\{[F_k(x_k - \hat{x}_{k|k}) + w_k][F_k(x_k - \hat{x}_{k|k}) + w_k]^{\mathrm{T}}\} \\ &= F_k P_{k|k} F_k^{\mathrm{T}} + \mathbf{Q}_k \end{aligned}$$

https://blog.csdn.net/gangdanerya

将非线性函数$h(\cdot)$在一步状态预测$\hat{x}_{k+1|k}$处一阶泰勒展开得：

$$h(x_{k+1}) = h(\hat{x}_{k+1|k}) + \frac{\partial h}{\partial x_{k+1}}|_{x_{k+1}=\hat{x}_{k+1|k}} (x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k}) + o(x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k})$$

其中$o(x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k})$为高阶项，我们令$\frac{\partial h}{\partial x_{k+1}}|_{x_{k+1}=\hat{x}_{k+1|k}} = H_{k+1}$，所以量测方程可表示为：

$$z_{k+1} = h(\hat{x}_{k+1|k}) + H_{k+1}(x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k}) + v_{k+1}$$

所以量测一步预测：$\hat{z}_{k+1} = \mathrm{E}[h(\hat{x}_{k+1|k}) + H_{k+1}(x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k}) + v_{k+1}] = h(\hat{x}_{k+1|k})$

量测预测误差协方差阵：

$$\begin{aligned} P_{zz,k+1|k} &= \mathrm{E}[(z_{k+1} - \hat{z}_{k+1})(z_{k+1} - \hat{z}_{k+1})^{\mathrm{T}}] \\ &= \mathrm{E}\{[H_{k+1}(x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k}) + v_{k+1}][H_{k+1}(x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k}) + v_{k+1}]^{\mathrm{T}}\} \\ &= H_{k+1} P_{k+1|k} H_{k+1}^{\mathrm{T}} + R_{k+1} \end{aligned}$$

状态与量测间的互协方差矩阵：

$$\begin{aligned} P_{xz,k+1|k} &= \mathrm{E}[(x_{k+1} - \hat{x}_{k+1})(z_{k+1} - \hat{z}_{k+1})^{\mathrm{T}}] \\ &= \mathrm{E}\{(x_{k+1} - \hat{x}_{k+1})[H_{k+1}(x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k}) + v_{k+1}]^{\mathrm{T}}\} \\ &= P_{k+1|k} H_{k+1}^{\mathrm{T}} \end{aligned}$$

https://blog.csdn.net/gangdanerya

状态增益矩阵：

$$K_{k+1} = P_{xz,k+1|k}(P_{zz,k+1|k})^{-1} = P_{k+1|k}H_{k+1}^{\mathrm{T}}(H_{k+1}P_{k+1|k}H_{k+1}^{\mathrm{T}} + R_{k+1})^{-1}$$

$k+1$时刻状态估计值：$\hat{x}_{k+1|k+1} = \hat{x}_{k+1|k} + K_{k+1}(z_{k+1} - \hat{z}_{k+1|k})$

状态估计误差协方差矩 阵：

$$\begin{aligned} P_{k+1|k+1} &= \mathrm{E}[(x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k+1})(x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k+1})^{\mathrm{T}}] \\ &= \mathrm{E}\{[x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k} - K_{k+1}(z_{k+1} - \hat{z}_{k+1|k})][x_{k+1} - \hat{x}_{k+1|k} - K_{k+1}(z_{k+1} - \hat{z}_{k+1|k})]^{\mathrm{T}}\} \\ &= (I - K_{k+1}H_{k+1})P_{k+1|k}(I - K_{k+1}H_{k+1})^{T} + K_{k+1}R_{k+1}K_{k+1}^{T} \\ &= (I - K_{k+1}H_{k+1})P_{k+1|k} \end{aligned}$$

https://blog.csdn.net/gangdanderya

扩展卡尔曼滤波器算法共 24 个状态输入量：

Roll - 横摇角（deg）

Pitch – 纵摇角（deg）

Yaw – 首摇角（deg）

VN，VE，VD - 向北、向东、向下速度（m / s）

PN，PE，PD - 相对于飞行器所在地的北、东、下位置（m）

GX，GY，GZ - 陀螺仪 X、Y、Z 偏差（deg/min）

AZ1bias - 惯性测量单元 1 的 Z 加速度计偏差（cm / s^2）

AZ2bias - 惯性测量单元 2 的 Z 加速度计偏差（cm / s^2）

VWN，VWE - 北风和东风速度（m / s）。正值意味着风沿着该轴的方向移动，例如正北风速表示从南方吹来。

MN，ME，MD -地球磁场向北、向东、向下强度（传感器单位）

MX，MY，MZ - 体磁场 X、Y、Z 偏差（传感器单位）

IVN，IVE，IVD - GPS 测量的向北、向东、向下速度（m / s）与预计速度的差值。

附 5.4 相关参数及意义

```
const AP_Param::GroupInfo AP_TECS::var_info[] = {
    // @Param: CLMB_MAX
    // @DisplayName: 最大爬升速率（米/秒）
    // @Description: 最大要求爬升速率。当电池电压较低时，不要设置超过 TRIM_ARSPD_CM 下的 THR_MAX 爬升速度。
    //               如果在爬升过程中无法保持速度，降低数值。如果油门不能显著增加以进行上升，增加数值。
```

// @Increment: 0.1

// @Range: 0.1 20.0

// @User: Standard

AP_GROUPINFO("CLMB_MAX",　　0, AP_TECS, _maxClimbRate, 5.0f),

// @Param: SINK_MIN

// @DisplayName: 最小下降速率（米/秒）

// @Description: 当处于 THR_MIN 和 TRIM_ARSPD_CM 时的最小下沉速率

// @Increment: 0.1

// @Range: 0.1 10.0

// @User: Standard

AP_GROUPINFO("SINK_MIN",　　1, AP_TECS, _minSinkRate, 2.0f),

// @Param: TIME_CONST

// @DisplayName: 控制器时间常数（秒）

// @Description: TECS 控制算法的时间常数。时间常数越小，高度修正越快，但可能导致超调和过于激进的行为。

// @Range: 3.0 10.0

// @Increment: 0.2

// @User: Advanced

AP_GROUPINFO("TIME_CONST",　2, AP_TECS, _timeConst, 5.0f),

// @Param: THR_DAMP

// @DisplayName: 控制器油门阻尼

// @Description: 油门需求环路的阻尼增益。增加该值可以在速度和高度的振荡中增加油门活动来抑制振荡。

// @Range: 0.1 1.0

// @Increment: 0.1

// @User: Advanced

AP_GROUPINFO("THR_DAMP",　　3, AP_TECS, _thrDamp, 0.5f),

// @Param: INTEG_GAIN

// @DisplayName: 控制器积分器

// @Description: 用于修正长期速度和高度误差的积分器增益。

// @Range: 0.0 0.5

// @Increment: 0.02

// @User: Advanced

AP_GROUPINFO("INTEG_GAIN", 4, AP_TECS, _integGain, 0.1f),

// @Param: VERT_ACC

// @DisplayName: 垂直加速度限制（米/秒^2）。

// @Description: 最大垂直加速度用于修正速度或高度误差。

// @Range: 1.0 10.0

// @Increment: 0.5

// @User: Advanced

AP_GROUPINFO("VERT_ACC", 5, AP_TECS, _vertAccLim, 7.0f),

// @Param: HGT_OMEGA

// @DisplayName: 高度互补滤波器频率（弧度/秒）。

// @Description: 这是用于融合垂直加速度和气压高度以获得高度速率和高度估计的互补滤波器的交叉频率。

// @Range: 1.0 5.0

// @Increment: 0.05

// @User: Advanced

AP_GROUPINFO("HGT_OMEGA", 6, AP_TECS, _hgtCompFiltOmega, 3.0f),

// @Param: SPD_OMEGA

// @DisplayName: 速度互补滤波器频率（弧度/秒）。

// @Description: 这是用于融合纵向加速度和速度以获取更低噪声和滞后的速度估计的互补滤波器的交叉频率。

// @Range: 0.5 2.0

```
    // @Increment: 0.05
    // @User: Advanced
    AP_GROUPINFO("SPD_OMEGA", 7, AP_TECS, _spdCompFiltOmega, 2.0f),

    // @Param: RLL2THR
    // @DisplayName: 偏航角度补偿增益。
    // @Description:  偏航角度到油门的增益，用于补偿转弯时由阻力引起的速度损失。
    //                设置为大约是 45 度转弯引起的下降速率的 10 倍（单位为 m/s）。
    //                高效模型可能需要更少，而效率较低的飞机可能需要更多。应该在
    //                具有航点和大于 90 度转弯的自动任务中进行调整。
    //                使用 PTCH2SRV_RLL 和 KFF_RDDRMIX 进行调整，以实现恒定的
    //                速度和恒定的高度转弯。
    // @Range: 5.0 30.0
    // @Increment: 1.0
    // @User: Advanced
    AP_GROUPINFO("RLL2THR",    8, AP_TECS, _rollComp, 10.0f),

    // @Param: SPDWEIGHT
    // @DisplayName: 速度控制的加权
    // @Description: 在高度和速度误差的修正中，俯仰和油门之间的混合。当设为 0 时，
    //                俯仰控制高度，油门控制速度。
    //                当设为 2 时，俯仰控制速度，油门控制高度（适用于滑翔机）。如
果
    //                设为 1，则进行混合控制。
    // @Range: 0.0 2.0
    // @Increment: 0.1
    // @User: Advanced
    AP_GROUPINFO("SPDWEIGHT", 9, AP_TECS, _spdWeight, 1.0f),

    // @Param: PTCH_DAMP
```

// @DisplayName: 控制器的俯仰阻尼。

// @Description: 来自 TECS（Throttle/Speed/Altitude Control System）控制的俯仰控制
// 的阻尼增益。增加阻尼增益可以矫正速度和高度的振荡，但过大的
// 增益可能会导致额外的振荡和降低的控制性能。

// @Range: 0.1 1.0

// @Increment: 0.1

// @User: Advanced

AP_GROUPINFO("PTCH_DAMP", 10, AP_TECS, _ptchDamp, 0.0f),

// @Param: SINK_MAX

// @DisplayName: 最大下降速率（米/秒）。

// @Description: 最大需求下降速率。不要将其设置高于飞机在 THR_MIN、TECS_PITCH_MIN 和 ARSPD_FBW_MAX 下能够维持的垂直速度。

最大需求下降速率是设定的下降速率上限，表示飞机从当前高度向下下降的最大速率。然而，在设定最大需求下降速率时，需要确保它不超过以下限制：

THR_MIN：油门最小值，即飞机能够保持的最小推力。如果将最大需求下降速率设定得过高，超过了飞机在最小推力下的垂直速度能力，

那么飞机可能无法保持所设定的下降速率，导致不稳定或高度损失。

TECS_PITCH_MIN：TECS（Throttle/Speed/Altitude Control System）的俯仰最小值，

在这个限制下，飞机的俯仰控制输入被限制，以防止俯仰角过大而导致失速或其他不安全状况。

如果将最大需求下降速率设定得过高，超过了在 TECS_PITCH_MIN 下所能维持的垂直速度，飞机可能无法按照所需求的速率进行下降。

ARSPD_FBW_MAX：飞行中的速度（也可以是真速度或地速）的飞行包线最大值。

当飞机的速度接近或达到 ARSPD_FBW_MAX 时，飞行器可能会进入边界区域，这可能对飞行和控制产生不利影响。

因此，在设定最大需求下降速率时，需要确保它不超过飞机在 ARSPD_FBW_MAX 下能够维持的垂直速度。*/

// @Increment: 0.1

// @Range: 0.0 20.0

// @User: Standard

AP_GROUPINFO("SINK_MAX", 11, AP_TECS, _maxSinkRate, 5.0f),

// @Param: LAND_ARSPD

// @DisplayName: 着陆进场时的速度（米/秒）。

// @Description: 在执行自主着陆时，这个数值被用作着陆进场过程中的目标速度。

// 需要注意的是，如果你的平台没有速度传感器（使用 TECS_LAND_THR

// 代替），那么该参数将无效。如果该数值为负值，那么在着陆时将不使用

// 该数值。

// @Range: -1 127

// @Increment: 1

// @User: Standard

AP_GROUPINFO("LAND_ARSPD", 12, AP_TECS, _landAirspeed, -1),

// @Param: LAND_THR

// @DisplayName: 在着陆进场阶段的巡航油门（百分比）。

// @Description: 如果你的平台没有速度传感器的话，使用 LAND_ARSPD 参数代替

// 这个参数表示着陆进场阶段的巡航油门设置。

// 如果该数值为负值，则表示未启用，将使用 TECS_LAND_ARSPD 参

// 数来替代。

// @Range: -1 100

// @Increment: 0.1

// @User: Standard

AP_GROUPINFO("LAND_THR", 13, AP_TECS, _landThrottle, -1),

```
    // @Param: LAND_SPDWGT
    // @DisplayName: Weighting applied to speed control during landing.
    //                  降落过程中应用的速度控制重量化
    // @Description:   在着陆飞行阶段应用的速度控制重量化与 SPDWEIGHT 参数相同，唯
    //                  一的区别是该参数仅在着陆过程中应用。数值越接近 2，飞机在着陆
    //                  过程中将忽略高度误差，并保持机头仰起的状态，这对于滑翔着陆
    //                   有时候是有利的（副作用是可能会在着陆点之后继续滑行一段距
离）。
    //                  数值越接近 0，飞机将忽略速度误差，当将该值降低到 1 以下时要小
    //                  心——忽略速度可能导致失速。在固定着陆重量情况下，0 到 2 之间
    //                  的数值都是有效的。当使用-1 时，重量将在着陆过程中按比例缩放。
    //                  在着陆进场开始时，它从 TECS_SPDWEIGHT 开始逐渐降低，直到
    //                  达到降落点时为 0。例如：在着陆进场过程的中途，将有效地具有
    //                  TECS_SPDWEIGHT/2 的重量。
    // @Range: -1.0 2.0
    // @Increment: 0.1
    // @User: Advanced
    AP_GROUPINFO("LAND_SPDWGT", 14, AP_TECS, _spdWeightLand, -1.0f),

    // @Param: PITCH_MAX
    // @DisplayName:  自动飞行中的最大俯仰角
    // @Description:   在自动油门模式下覆盖  LIM_PITCH_MAX  以降低上升速率。
    //                  如果设置为 0，则使用  LIM_PITCH_MAX  的值。
    //                  为了进行正确的 TECS 调节，请设置为飞机在  TRIM_ARSPD_CM  和
    //                   THR_MAX  上可以上升的角度。
    // @Range: 0 45
    // @Increment: 1
    // @User: Advanced
    AP_GROUPINFO("PITCH_MAX", 15, AP_TECS, _pitch_max, 15),
```

```
    // @Param: PITCH_MIN
    // @DisplayName: 自动飞行中的最小俯仰角
    // @Description: 在自动油门模式下，覆盖 LIM_PITCH_MIN 以减小下降速率。
    //                 如果设置为 0，则使用 LIM_PITCH_MIN 的值。
    //                 为了进行正确的 TECS 调节，请将其设置为飞机在下降过程中不会超速的角度。
    // @Range: -45 0
    // @Increment: 1
    // @User: Advanced
    AP_GROUPINFO("PITCH_MIN", 16, AP_TECS, _pitch_min, 0),

    // @Param: LAND_SINK
    // @DisplayName: 最后着陆阶段的下降速率
    // @Description: 在着陆的最后阶段，下降速率一般以米/秒为单位进行衡量。
    // @Range: 0.0 2.0
    // @Increment: 0.1
    // @User: Advanced
    AP_GROUPINFO("LAND_SINK", 17, AP_TECS, _land_sink, 0.25f),

    // @Param: LAND_TCONST
    // @DisplayName: 着陆控制器时间常数（秒）
    // @Description: 这是在飞行的最后着陆阶段，TECS 控制算法的时间常数。
    //                 它应该小于 TECS_TIME_CONST，以便更快地进行抬头飘飞动作。
    // @Range: 1.0 5.0
    // @Increment: 0.2
    // @User: Advanced
    AP_GROUPINFO("LAND_TCONST", 18, AP_TECS, _landTimeConst, 2.0f),

    // @Param: LAND_DAMP
    // @DisplayName: 在飘飞阶段，控制器下降速率到俯仰增益的转换比率。
```

```
// @Description: 在飞行的最后着陆阶段，这是俯仰需求环路的下降速率增益。
//                它应该大于 TECS_PTCH_DAMP，以便在抬头飘飞（flare）期间实现
//                更好的下降速率控制。
// @Range: 0.1 1.0
// @Increment: 0.1
// @User: Advanced
AP_GROUPINFO("LAND_DAMP", 19, AP_TECS, _landDamp, 0.5f),

// @Param: LAND_PMAX
// @DisplayName: 着陆的最后阶段最大的俯仰角
// @Description: 这限制了在自动着陆的最后阶段所使用的俯仰角度。
//               在最后的着陆阶段，大多数飞机需要保持较小的俯仰角度以避免失速。
//               通常情况下，最大俯仰角度为 10 度是较好的选择。如果将值设为零，
//               则表示使用正常的俯仰角度限制。
// @Range: -5 40
// @Increment: 1
// @User: Advanced
AP_GROUPINFO("LAND_PMAX", 20, AP_TECS, _land_pitch_max, 10),

// @Param: APPR_SMAX
// @DisplayName: 着陆进场阶段的最大下降速率
// @Description: 着陆进场阶段的最大下降速率。这个值在进行陡峭着陆进场时需要设
//                置较大，特别是在使用反推推力时。
//                如果设置为 0，则使用 TECS_SINK_MAX 的值。
// @Range: 0.0 20.0
// @Units: m/s
// @Increment: 0.1
// @User: Advanced
AP_GROUPINFO("APPR_SMAX", 21, AP_TECS, _maxSinkRate_approach, 0),
```

```
// @Param: LAND_SRC
// @DisplayName: 着陆时的下降速率变化。
// @Description: 当为零时，着陆过渡阶段（TECS_LAND_SINK）的下沉速率是一个固
//                定的下沉需求。启用此功能后，随着您越过 LAND 航点的距离增加，
//                着陆过渡阶段的下沉速率将增加/减少。在航点之前没有影响。此值与
//                通过航点后行驶的距离成比例地添加到 TECS_LAND_SINK 中。通过
//                增加下降速率，即使您以过快的速度行驶并超过了降落点，您仍然可
//                以在给定的距离内着陆。正值将使飞机在超过降落点后按比例提前着
//                陆。负数将告诉飞机慢速爬升，以实现陡升-失速式着陆。
//                建议初始值为 0.2。
// @Range: -2.0 2.0
// @Units: m/s/m
// @Increment: 0.1
// @User: Advanced
AP_GROUPINFO("LAND_SRC", 22, AP_TECS, _land_sink_rate_change, 0),

// @Param: LAND_TDAMP
// @DisplayName: 着陆时的油门阻尼控制。
// @Description: 自动着陆过程中油门需求环的阻尼增益。与 TECS_THR_DAMP 相同，
//                但仅在自动着陆过程中生效。增加该值可以增加油门活动，以减小速度
//               和高度的振荡。当设置为 0 时，着陆油门的阻尼由 TECS_THR_DAMP 控制。
// @Range: 0.1 1.0
// @Increment: 0.1
// @User: Advanced
AP_GROUPINFO("LAND_TDAMP", 23, AP_TECS, _land_throttle_damp, 0),

// @Param: LAND_IGAIN
// @DisplayName: 着陆过程中的积分控制器。
// @Description: 这是着陆过程中控制环的积分增益。当设置为 0 时，使用的是
//                TECS_INTEG_GAIN。增加该值可以增加修正速度和高度偏差的速率。
```

```
//                  通常，比 TECS_INTEG_GAIN 更低的值效果更好。
// @Range: 0.0 0.5
// @Increment: 0.02
// @User: Advanced
AP_GROUPINFO("LAND_IGAIN", 24, AP_TECS, _integGain_land, 0),

// @Param: TKOFF_IGAIN
// @DisplayName: 起飞过程中的积分控制器。
// @Description:这是起飞过程中控制环的积分增益。当设置为 0 时，使用的是
//                TECS_INTEG_GAIN。增加该值可以增加修正速度和高度偏差的速率。
//                通常，比 TECS_INTEG_GAIN 更高的值效果更好。
// @Range: 0.0 0.5
// @Increment: 0.02
// @User: Advanced
AP_GROUPINFO("TKOFF_IGAIN", 25, AP_TECS, _integGain_takeoff, 0),

// @Param: LAND_PDAMP
// @DisplayName: 着陆时的俯仰阻尼增益。
// @Description: 这是在着陆过程中用于俯仰需求环的阻尼增益。
//                增加该值可以增加阻尼，以修正速度和高度的振荡。如果设置为 0，
//                则将使用 TECS_PTCH_DAMP。
// @Range: 0.1 1.0
// @Increment: 0.1
// @User: Advanced
AP_GROUPINFO("LAND_PDAMP", 26, AP_TECS, _land_pitch_damp, 0),

// @Param: SYNAIRSPEED
// @DisplayName: 启用合成速度的使用
// @Description: 启用合成速度的使用是为那些没有真实速度传感器的飞机而设计的。
//                这对于开发测试非常有用，用户需要清楚了解合成速度系统的显著限
```

制，

// 例如在风速估计不准确的情况下，合成速度系统的估算可能非常不准确。

// 除非您完全理解合成速度估算的限制，否则请不要启用此选项。

// @Values: 0:Disable,1:Enable

// @User: Advanced

AP_GROUPINFO("SYNAIRSPEED", 27, AP_TECS, _use_synthetic_airspeed, 0),

// @Param: OPTIONS

// @DisplayName: 额外的 TECS 选项

// @Description: 这样可以启用速度/高度控制器中的特殊功能。

// @Bitmask: 0:GliderOnly

// @User: Advanced

AP_GROUPINFO("OPTIONS", 28, AP_TECS, _options, 0),

// @Param: PTCH_FF_V0

// @DisplayName: 用于俯仰前馈的基准速度

// @Description:

/*该参数设置了在所需速度和俯仰之间不应用前馈控制的速度。

它应该对应于以中性俯仰（包括 STAB_PITCH_DOWN）滑翔的飞机在米/秒的速度。

“用于俯仰前馈的基准速度”是指在飞机的俯仰前馈控制中使用特定的速度值作为基准参考。

俯仰前馈控制是飞行控制系统中的一种技术，用于预测并抵消外部力量（例如阵风）引起的飞机俯仰变化。它涉及根据预测的速度变化调整升降舵控制输入。

通过为俯仰前馈设置基准速度，控制系统将使用此参考值计算适当的升降舵控制输入。这有助于在不同飞行条件下保持所需的俯仰姿态和稳定性。

基准速度的具体值可能因飞机、其飞行特性和所使用的控制系统而异。通常通过测试

和分析确定，以实现最佳的飞行性能和对速度变化的灵敏度响应。

*/

// @Range: 5.0 50.0

// @User: Advanced

AP_GROUPINFO("PTCH_FF_V0", 29, AP_TECS, _pitch_ff_v0, 12.0),

// @Param: PTCH_FF_K

// @DisplayName: 俯仰角前馈增益.

// @Description:该参数设置了需求速度和俯仰角之间的增益。单位为弧度每米每秒，

// 并且通常应为负值。滑翔机的一个良好初始值为-0.04，而阻力大的机身

// 则为-0.08。默认值为 0.0，表示禁用此前馈增益。

// @Range: -5.0 0.0

// @User: Advanced

AP_GROUPINFO("PTCH_FF_K", 30, AP_TECS, _pitch_ff_k, 0.0),

AP_GROUPEND

};

附 6 L1 制导律及其工程应用

附 6.1.工程上常用的制导方法及其特点

众所周知，制导、导航和控制是飞机控制系统开发中三个最为重要的部分，而制导就是告诉我们飞机应该往哪飞。L1 制导律、PD 制导律、比例导引制导律是工程上常用的三种制导方法。

比例微分(PD)控制器常用于控制航迹误差。PD 算法相较于 PID 算法，主要解决了飞机位置环响应较慢的问题。因此，在工程上一般在外环采用 PD 算法，而在内环采用 PID 算法。如果目标路径为直线，这种简单的策略可以提供很好的外环性能。然而，当任务需要对复杂的曲线路径进行紧密跟踪时，航迹误差的线性反馈可能无法提供满意的性能。

短程战术导弹上的几种末端制导律可以用于无人机路径跟踪，其基本思想是设定一个假想的点作为伪目标，该点沿目标路径运动。在这些制导律当中，比例导引法通常能提供良好

的性能并被广泛接受。比例导引中一个重要的参数就是导弹和目标之间视线的变化。而在无人机和目标路径上的伪目标的制导算法也有相似的特点。比例导引路径跟踪算法并不考虑伪目标的速度，这就使得无人机在接近目标点时会以一种剧烈的方式横向移动，进而影响整体的飞行品质。L1 制导律的灵感是从比例导引法中得到的，并改善了其固有的不足。

L1 制导律是固定翼飞机进行路径跟踪的重要算法之一。这个算法是由 MIT 的研究人员提出，因为具有比较好的路径跟踪效果而得到广泛应用。在这之前，无人机在进行路径跟踪时一般采用基于侧偏距的 PD 控制器方法。L1 制导律就是在期望路径上选取一个参考点，根据这个参考点和当前水平速度计算出水平期望加速度的算法。而 L1 指的就是期望路径上的参考点与无人机当前水平位置的距离。

L1 制导律更简单和易于应用，在曲线路径制导方便比起线性方法有更多优点。首先，它包含了航迹误差的 PD 控制器。其次，它有一个参数用于预测即将来到的当地目标飞行路径。这个特性使其能对曲线飞行路径进行紧密跟踪。第三，它在算法中使用了瞬时速度数据。这个运动学参数增加了能自适应由外部扰动引起的速度变化的特性。

附 6.2.L1 制导律基本内容

附 6.2.1 L1 制导律基本思想

如图 1 所示，为了快速、平稳、精确的消除无人机横侧向运动过程中的误差，一种理想的运动方式为：无人机在当前时刻的期望运动是一个半径为 R，速度为 V 的圆周运动。即在每一个时间点可以定义一个圆周路径，这个圆过参考点位置和无人机位置，且与无人机速度向量相切，如图 1 虚线所示，则加速度指令和跟踪这条瞬时圆弧的向心加速度相等。

加速度的方向取决于 L1 线段和无人机速度向量之间夹角的正负。例如，如果选择的参考点在无人机速度方向的右边，则无人机会被命令向右加速。也就是说，无人机总是趋向于将它的速度方向和 L1 线段的方向对齐。

当无人机以这种方式运动时，其向心加速度可表示为：

$$a_{s_{cmd}} = \frac{V^2}{R} = 2\frac{V^2}{L_1}\sin\eta \tag{1}$$

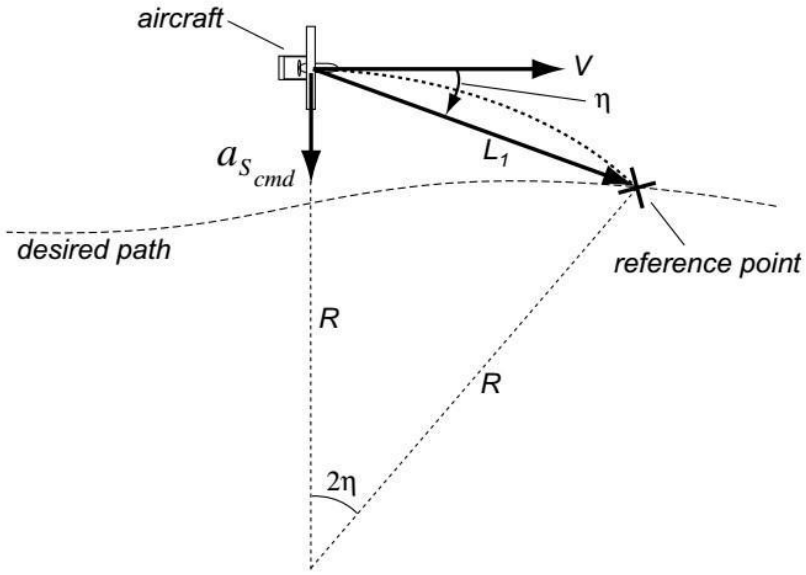


图 1 无人机航迹横侧向误差的消除

在实际工程应用的航向控制上，也应该给一个相应的期望偏航角速率前馈，否则要等到出现航向角偏差时再进行反馈控制，会影响跟踪效果。

$$\omega_{cmd} = \frac{a_{s_{cmd}}}{V} \tag{2}$$

在实际飞行中，一般要跟踪的航线都是直线、曲线和圆，因为计算机是离散系统，所以如果是不规则曲线也会进行线性化处理。

附 6.2.2 直线路径

在进行具体分析之前，我们先进行两个小角度假设，η_1 和 η_2 角度很小，d 为无人机相对目标路径横向距离。该假设本质上是因为 d 相对于 L1 较小，相对于 V 较小，这符合实际飞行中的大部分情况。

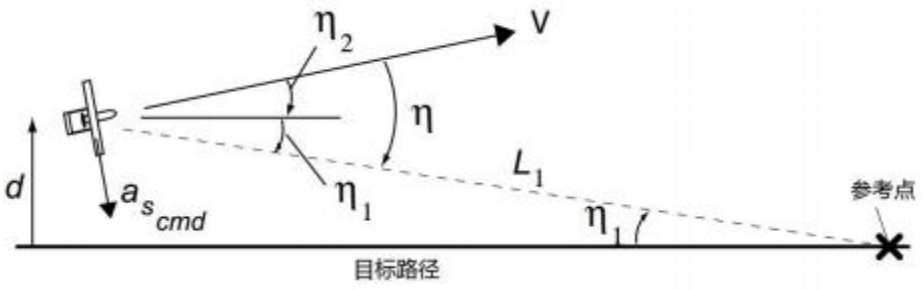


图 2 直线路径跟踪情况下的线性模型

根据上图以及加速度的公式，我们可以得出以下结论：

$$a_{s_{cmd}} = 2\frac{V^2}{L_1}\sin\eta \approx 2\frac{V^2}{L_1}(\eta_1+\eta_2) = 2\frac{V^2}{L_1}(\frac{d}{L_1}+\frac{\dot{d}}{V}) \quad (3)$$

这跟传统的基于侧偏距的 PD 方法是一样的。但这里的 PD 参数是跟 V 和 L1 同时相关的。速度越大，PD 的参数也越大。

附 6.2.3 曲线路径

在曲线路径情况下 ，目标路径可以看做是由一条直线扰动得到的曲线。

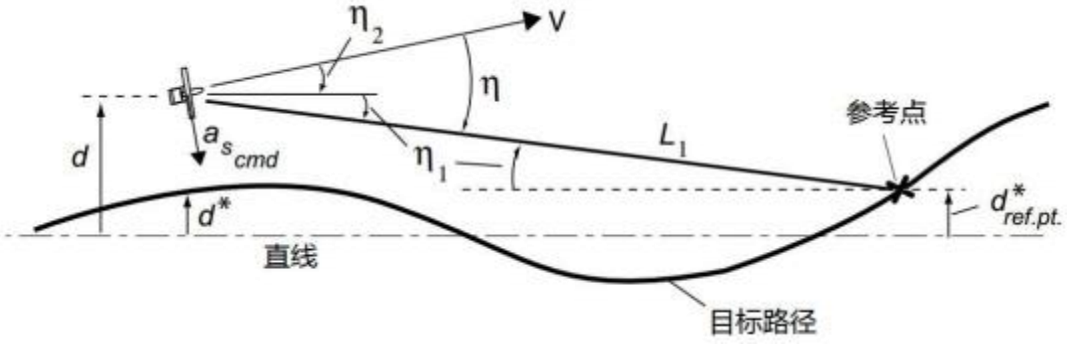


图 3 曲线跟踪情况下的线性模型

假设η_1和η_2角度很小，$d^*_{ref.pt}$为参考点的横向位置，我们可以得出以下结论：

$$\begin{aligned} a_{s_{cmd}} &= 2\frac{V^2}{L_1}\sin\eta \\ &\approx 2\frac{V^2}{L_1}(\eta_1+\eta_2) \\ &= 2\frac{V^2}{L_1}(\frac{d-d^*_{ref.pt}}{L_1}+\frac{\dot{d}}{V}) \end{aligned} \quad (4)$$

附 6.2.4 圆形路径

对于圆形路径，同样我们先进行两个小角度假设，η_1和η_2角度很小，即：

$$\eta_1 \approx 0 \quad \eta_2 \approx 0 \quad |\eta_3| >> 0$$

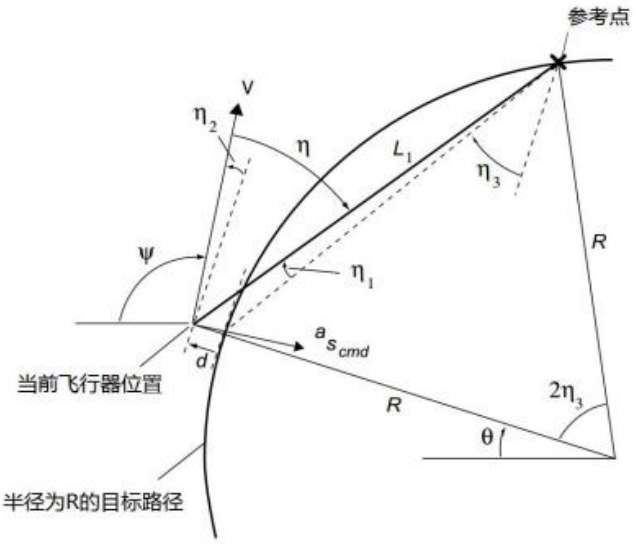


图 4. 圆弧路径的跟踪情况

需要注意的是角度 η_3 是和当地圆弧相关联的。无人机的当前位置取决于 $r = R + d$ 和 θ。而 ψ 决定了速度的方向。η_2 是速度方向和圆弧目标路径当前切线的夹角。这三个夹角的关系为：

$$\psi - \theta + \eta_2 = \pi / 2$$

则：

$$\dot{\psi} = \dot{\theta} - \dot{\eta}_2 \tag{5}$$

期望加速度为：

$$\begin{aligned} a_{s_{cmd}} &= 2\frac{V^2}{L_1}\sin\eta \approx 2\frac{V^2}{L_1}(\eta_1 + \eta_2 + \eta_3) \\ &= 2\frac{V^2}{L_1}(\sin(\eta_1 + \eta_2)\cos\eta_3 + \cos(\eta_1 + \eta_2)\sin\eta_3) \\ &\approx 2\frac{V^2}{L_1}((\eta_1 + \eta_2)\cos\eta_3 + \sin\eta_3) \end{aligned} \tag{6}$$

代入：

$$\eta_1 = \frac{d}{L_1}\cos\eta_3$$

$$\eta_2 = \frac{\dot{d}}{V}$$

$$\sin\eta_3 \approx \frac{L_1}{2R}$$

$$c = \cos\eta_3 = \sqrt{1-\left(\frac{L_1}{2R}\right)^2}$$

得：

$$a_{s_{cmd}} = 2\frac{V^2c^2}{L_1^2}d + 2\frac{Vc}{L_1}\dot{d} + \frac{V^2}{R} \tag{7}$$

这个跟传统的侧偏距 PD 算法相比多了一项，而一般情况下我们在使用传统算法时也会在前馈项中加入此项，从而达到更好的控制效果。

附 6.3.稳定性证明

这一节分析直线目标路径跟踪情况的非线性李雅普诺夫稳定性分析。由于曲线路径可以看成是直线路径经过扰动也形成的，圆形路径可以看成是横向距离为定值的变直线路径。所以对直线目标路径的稳定性分析则包含了所有可能的情况。

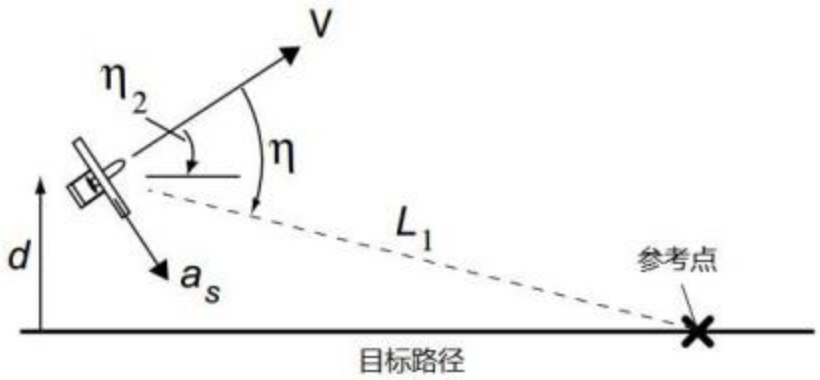


图 5. 直线跟踪情况的李雅普诺夫分析模型

在图 5 中，系统模型被表示为下面的运动学公式:

$$\dot{d} = V\sin\eta_2 \tag{8}$$

$$\eta_2 = -\frac{a_s}{V} \tag{9}$$

制导律为：

$$a_s = \frac{2V^2}{L_1}\sin\eta \tag{10}$$

为了是参考点有唯一存在性，这里假设：

$$d < L_1 \quad -\pi/2 < \eta < \pi/2 \tag{11}$$

则李雅普诺夫函数为:

$$L = \frac{1}{2}(V\sin\eta_2)^2 + \int_0^d \frac{2V^2}{L_1}\sin(\eta-\eta_2)dy \tag{12}$$

由图 5 得:

$$\sin(\eta-\eta_2) = \frac{d}{L_1} \tag{13}$$

则式(12)可得：

$$L = \frac{1}{2}(V\sin\eta_2)^2 + \frac{2V^2}{L_1^2}d^2 \tag{14}$$

这是一个正定函数。而式(12)对时间求导:

$$\dot{L} = V^2\sin\eta_2\cos\eta_2\dot{\eta}_2 + \frac{2V^2}{L_1^2}d\dot{d} \tag{15}$$

由式(8)和(14)可得：

$$\dot{L} = -\frac{2V^3}{L_1}\sin\eta_2\{\cos\eta_2\sin\eta - \sin(\eta-\eta_2)\} \tag{16}$$

根据三角函数关系：

$$\sin(\eta-\eta_2) = \cos\eta_2\sin\eta - \cos\eta\sin\eta_2$$

式(16)为：

$$\dot{L} = -\frac{2V^3}{L_1}\sin^2\eta_2\cos\eta \tag{17}$$

因为 $|\eta| < \pi/2$ 所以这是半负定的。应用不变集理论，由 $\dot{L}=0$ 得到的解只有 ($\eta_2 = 0, d = 0$)。因此，该知道算法对于 $d < L_1, |\eta| < \pi/2$ 的情况是渐进稳定的。

附 6.4. L1、PD、比例导引制导律之间的关系

从直线路径的结论可知：

$$a_{s_{cmd}} = 2\frac{V^2}{L_1}(\frac{d}{L_1}+\frac{\dot{d}}{V}) = 2\frac{V}{L_1}(\frac{V}{L_1}d+\dot{d}) \tag{18}$$

因此 ，非线性的 L_1 制导律进行线性化之后,得到一个 PD 控制器来控制航迹误差。另外 ，速度 V 和距离 L_1 的比例是决定 PD 控制器增益的重要因素。例如，小的 L_1 值需要高的控制增益，且 L_1 / V 决定了 PD 控制器的时间常量。

将参考点看做目标而无人机看做导弹。然后 ，就能找到和比例导引法的相似性。式(1)中的横向加速度指令和下面的比例导引制导律是等价的：

$$a_{LOS} = N'V_c\dot{\lambda} \tag{19}$$

加速度指令垂直于比例导引法中的视线 ，而导引常数 N'= 2 ，这些建立在参考点的位置为静止的假设条件下，计算视线角速率和逼近速度。图 6 表示了这种等价关系。

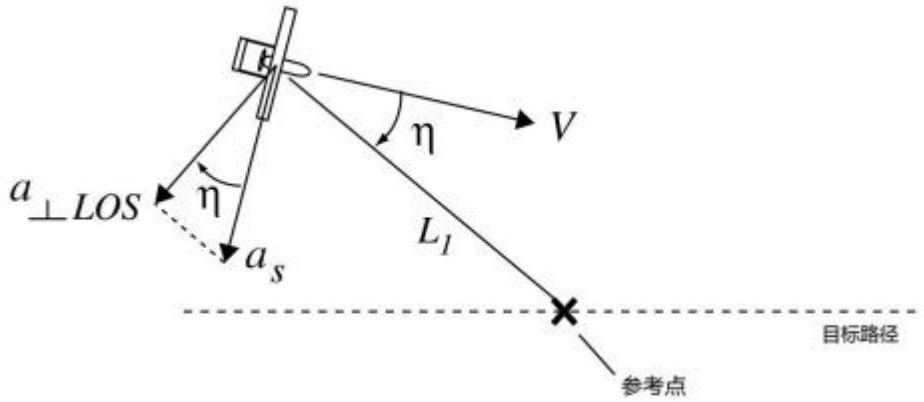


图 6. 与比例导引法的关系

首先，注无人机横向加速度(a_s)和垂直于 LOS（ Line of Sight，视线）的加速度(a_{LOS})之间有一个夹角。

$$a_{LOS} = a_s\cos\eta \tag{20}$$

由于 $a_s = 2\frac{V^2}{L_1}\sin\eta$,可得：

$$\begin{aligned} a_{LOS} &= 2\frac{V^2}{L_1}\sin\eta\cos\eta \\ &= 2(V\cos\eta)\left(\frac{V}{L_1}\sin\eta\right) \end{aligned} \tag{21}$$

假设目标点处于静止 ，第一个括号的内容就是逼近速度（在 LOS 方向上的速度分量），而第二个为 LOS 方向变化的角速率。因此，它可以表示为:

$$a_{LOS} = 2V_c\dot{\lambda} \tag{22}$$

这就是比例导引法在导引常数等于 2 时的形式。

然而，新的制导律（参考点的旋转+加速度指令）并不完全等同于比例导引制导律。由于参考点总在移动，且参考点和无人机之间的逼近速度总为零（ L1 为常量），比例导引控制律更像是 L1 制导律的一个特例。

附 6.5.L1 频域分析和参数设计

附 6.5.1 频域分析

距离 L1 的选择可以通过对线性被控模型（plant model）和衍生的线性控制器的分析得到。被控模型必 须包含无人机内环滚转角控制器（如果滚转角用于产生横向加速度）的动力学以及传感器动力学包含的相关的传递函数。

假设不存在内环动力学的影响，且 η_2 很小。由于运动学模型可知：

$$a_{S_{cmd}} = -\ddot{d}$$

则式(18)等价于：

$$\ddot{d} + 2\zeta\omega_n\dot{d} + \omega_n^2 d = 0 \tag{23}$$

式中：$\zeta = 1/\sqrt{2}$ ， $\omega_n = \sqrt{2}V / L_1$ 。

式(23)表明了在直线跟踪的情况下，该制导律的线性近似模型为一个简单的二阶系统，阻尼比为 0.707 ，而自然频率决定于速度 V 和距离 L1 的比值。

曲线跟踪段，同样有 $a_{S_{cmd}} \approx -\ddot{d}$ ，式(4)中的制导律可化为:

$$\ddot{d} + \frac{2V}{L_1}\dot{d} + \frac{2V^2}{L_1^2}d = \frac{2V^2}{L_1^2}d^*_{ref.pt} \tag{24}$$

对式(24)进行拉普拉斯变换可得：

$$\frac{d(s)}{d^*_{ref.pt}(s)} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \tag{25}$$

式中：$\zeta = 1/\sqrt{2}$ ， $\omega_n = \sqrt{2}V / L_1$ 。

式(25)表示了一个二阶低通线性系统，该系统有一个从参考点输入量到无人机位置的单

位稳态增益。阻尼比(ζ)为 0.707 而无阻尼自然频率 ω_n 取决于 $\sqrt{2}V/L_1$ 。传递函数的输入量为参考点的横向位置 ，而不是无人机的横向位置（输入量是 $d^*_{ref.pt}$ 而不是 d^* ）。在前面使用参考点使得带宽频率（也称为截止角频率）周围的相位恢复。例如，假设路径输入量为正弦曲线：

$$d^* = A\sin\left(\frac{2\pi x}{L_P}\right) \tag{26}$$

这里 A 为幅值， L_P 为正弦波的长度缩放，x 为沿路径方向的长度。假设 $x \approx Vt$ ，$L_P = \sqrt{2}\pi L_1 \approx 4.4L_1$ ，则式(26)所描述的路径将会使系统在截止角频率被激励($\omega_n = \sqrt{2}V/L_1$)。对于一个像式(25)那样有足够阻尼的二阶系统来说相位滞后为 90 度。但这个相位滞后是来自图 3 中参考点的 $d^*_{ref.pt}$，而不是 d^*。因为参考点的距离为 $L_P = 4.4L_1$（约 1/4 个周期），$d^*_{ref.pt}$ 将会超前 d^* 约 90 度。因此有两种效果会相互抵消 ，且 d 和 d^* 的距离会明显减小。

通常，考虑到无人机的速度和 L1 的长度，以及假设η很小，这会使 d^* 和 $d^*_{ref.pt}$ 之间有一个时间差异 L_1/V ，此时：

$$\frac{d^*_{ref.pt}(s)}{d^*(s)} \approx e^{\tau s} \quad , \quad \tau \approx L_1/V$$

因此，式(25)可表示为：

$$\frac{d(s)}{d^*_{ref.pt}(s)} = \frac{\omega_n^2 e^{\tau s}}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \tag{27}$$

式中：$\zeta = 1/\sqrt{2}$ ， $\omega_n = \sqrt{2}V/L_1$。

图 7 为该系统（对 L_1/L_P 的函数）的伯德图。该显示了在系统带宽（当 $L_1/L_P \approx 1/(\sqrt{2}\pi) = 1/4.4 = 0.23$ ） 附近因为超前量($e^{\tau s}$)的加入使相位响应得到提高。另外，如果 L_P 为目标路径中最高频部分中的波长，且需要使无人机精确跟踪目标路径，则选择 L_1 时必须小于 $L_P/4.4$ 。

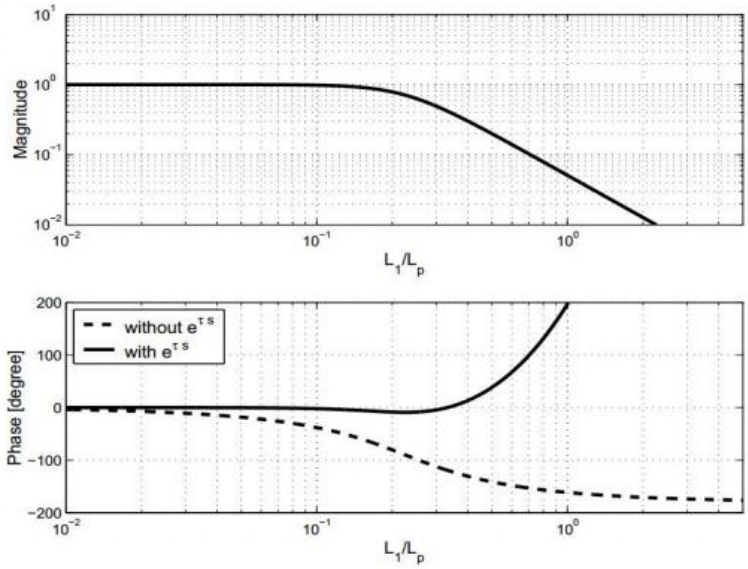


图 7. 频率响应曲线

对于圆形路径，基于 η_2 小角度假设，位置误差变化率可表示为：

$$\dot{d} = V\sin\eta_2 \approx V\eta_2$$

$$\ddot{d} \approx V\dot{\eta}_2 \tag{28}$$

由式(5)和(28)，横向加速度可以表示为：

$$a_{s_{cmd}} \approx V\dot{\psi} = V\dot{\theta} - V\dot{\eta}_2 = V\dot{\theta} - \ddot{d} \tag{29}$$

在 η_1 和 η_2 小角度假设下：

$$V\dot{\theta} \approx \frac{V^2}{R} \tag{30}$$

式(30)是以速度 V 绕半径 R 的圆所需要的向心加速度。则:

$$a_{s_{cmd}} \approx \frac{V^2}{R} - \ddot{d} \tag{31}$$

由式(7)和(31)可知：

$$\ddot{d} + 2\zeta\omega_n\dot{d} + \omega_n^2 d \approx 0 \tag{32}$$

式中：$\zeta = 1/\sqrt{2}$，$\omega_n = \sqrt{2}Vc/L_1$。

附 6.5.2 参数设计

首先确定 L_1 的选取问题。在工程上，一般采用下式确定该参数：

$$L_1 = L_1\_p * L_1\_D * V / \pi \tag{33}$$

L1 制导律有两个参数需要我们进行调试，分别是 FW_L1_PERIOD 和 FW_L1_DAMPING，为了下面计算方便，我们将它们缩写成 L1_P 和 L1_D，它们的字面意思就是周期和阻尼比的意思。

L1 对应的参数主要有两个：FW_L1_PERIOD 和 FW_L1_DAMPING。我们在飞行中主要调试 FW_L1_PERIOD，当无人机转弯不够快时把此参数调小，直到飞机出现些许震荡后调大此参数 2-3 左右即可，至于 FW_L1_DAMPING 一般在 0.65-0.85 之间，每次调整 0.05 找到最好的飞行状态即可。

附 6.6 总结

当采用 L1 制导律时，给定某个长度 L1，无人机远离目标路径时， L1 的方向和目标路径的夹角较大。无人机接近目标路径时， L1 的方向和目标路径的夹角较小。因此，如果无人机处于远离目标路径的位置，则控制律会使无人机旋转并使其速度方向在一个大角度下接近目标路径。另一方面，如果无人机接近目标路径，则控制律会使无人机旋转并使其速度方向在一个小角度下接近目标路径。

从前文的推导过程可以看出，L1 制导律和传统算法具有很大的相似性，但是其中一个很大的却别是 L1 算法包含了 V 的变化情况，总的来讲，相比传统基于侧偏距的 PD 算法，L1 制导律具有三个优势：

1、 对于各种不同的路径，不需要单独进行设计，一个公式就可以覆盖全部路径，在实际应用中尤其是代码实现时更加方便。

2、 对于初始条件偏差较大的情况，比如侧偏距和侧偏速度较大时可以比较平滑地向期望路径去过渡。

3、 跟传统基于侧偏距的 PD 算法相比，L1 算法中会根据 V 的速度不同，计算出的期望加速度也不同，这对于实际飞行时不同的期望飞行速度以及环境风的干扰都有很好的适应能力。

附 7 总能量控制(TECS)及其实现

附 7.1 概述

固定翼飞机的升降舵和油门杆对飞机的响应具有耦合特性。即升降舵转动和油门变化都能够影响俯仰角和空速，且在飞机低动压飞行状态下，飞行速度和航迹耦合更加剧烈。一般的做法是在高度保持模态下进行速度控制，或者在速度保持模态下进行高度控制，但由于缺少升降舵和油门的协同控制，解耦控制效果并不好。为了解决速度通道和航迹通道控制耦合的问题，因此引入总能量控制。

总能量控制(TECS)是从能量的角度来进行控制。飞机的能量可分为动能（kinetic energy）和势能（potential energy）两部分。这些能量是由油门增大或者减小产生的，而动能和势能的分配转换是由升降舵控制飞机的航迹来实现的。从这个角度来讲，总能量/能量差是与油门/升降舵是解耦的。这就很好的解决了速度通道和航迹通道控制耦合的问题。

总能量控制改变了传统控制结构单输入单输出的控制策略，采用油门和升降舵协调控制，通过油门控制飞机总能量变化，通过升降舵协调动能与势能的转换从而实现对飞行航迹与速度的解耦控制。

传统的总能量控制根据航迹角和速度偏差得到对应的总能量变化率和能量分布变化率，通过 PI 控制给出升降舵指令和油门指令实现飞行器的解耦控制。本报告对此方案进行了改进，对部分模态的控制策略进行了优化，并将能量分配回路的控制量由升降舵指令改为俯仰角指令，再由俯仰角控制回路实现总能量的分配。开源飞控 APM 在此基础上进行了改进，针对飞行器的总能量变化和能量分布进行 PID 控制，其框架简单清晰并且物理意义比较明确，对不同模态控制考虑比较充分。

附 7.2 总能量控制公式推导

当航迹角较小时，根据飞机的动力学方程

$$T - D = mg(\frac{\dot{V}}{g} + \sin\gamma) \approx mg(\frac{\dot{V}}{g} + \gamma) \tag{1}$$

无人机的运动动能可以表示如下

$$E_D = \frac{1}{2}mV^2 \tag{2}$$

参考给定速度下的动能差表示如下

$$E_{De} = E_{Dc} - E_D = \frac{1}{2} m(V_c^2 - V^2) \tag{3}$$

飞机的重力势能可表示为:

$$E_s = mgH \tag{4}$$

式中，若给定参考重力势能，则重力势能差表示如下:

$$E_{se} = mg\left(H_c - H\right) \tag{5}$$

总能量描述为飞机动能和重力势能的总和，即:

$$E_T = E_D + E_s = \frac{1}{2} mV^2 + mgH \tag{6}$$

可以得到飞机在单位重量中的总能量为:

$$E = \frac{1}{2}\frac{V^2}{g} + H \tag{7}$$

对其求微分，可以得到:

$$\dot{E} = V\frac{\dot{V}}{g} + \dot{H} \tag{8}$$

当航迹角较小时

$$\dot{H} = V\sin\gamma \approx V\gamma \tag{9}$$

可知

$$\dot{E} = V\left(\frac{\dot{V}}{g} + \gamma\right) \tag{10}$$

可以得到

$$\frac{\dot{E}}{V} = \frac{\dot{V}}{g} + \gamma = \frac{T - D}{G} \tag{11}$$

平飞过程中，初始推力和阻力处于配平状态，当推力变化时而阻力不变时推力的增量方程为:

$$\Delta T = mg\left(\frac{\dot{V}_e}{g} + \gamma_e\right) \tag{12}$$

由此可见，推力差和总能量变化率成正比关系，即推力变化对总能量有影响可以采用推力来进行总能量控制。

定义

$$\dot{E}_e = \frac{\dot{V}_e}{g} + \gamma_e \tag{13}$$

飞机总能量变化的控制律可以表示为:

$$\delta_T = K_{tp}\dot{E}_e + K_{ti}\int_0^t \dot{E}_e dt + \delta_{T0} \tag{14}$$

油门改变总能量，而升降分配动能和势能而不改变总能量。能量分配率可以定义为

$$\dot{L}_e = \gamma_e - \frac{\dot{V}_e}{g} \tag{15}$$

该式为 TECS 核心算法，能量分配通道用常规的俯仰角反馈内来稳定飞机的短周期模态，它旨在将发动机和俯仰角的动态特性尽可能的匹配，从而提供协调控制，即在升降舵与能量分配通道间增加一个角度环。俯仰角指令为：

$$\theta_c = K_{\delta p}\dot{L}_e + K_{\delta i}\int_0^t \dot{L}_e dt + \theta_{c0} \tag{16}$$

附 7.3 总能量控制方法的实现

总能量控制的核心算法为公式(14)、公式(16)，但是由于 γ_e 和 $\dot{V}_e$ 经过 $\dot{L}_e$ 和 $\dot{E}_e$ 的比例通道在传递函数 $\frac{\gamma}{\gamma_c}$ 和 $\frac{V}{V_c}$ 上产生不希望的零点，从而使控制系统超调量增大。因此，出于系统动态特性的考虑，在核心算法中的比例控制部分使用总能量变化率反馈量 $\dot{E}_e$ 和分配率反馈量 $\dot{L}_e$ 。

由式(13)和式(15)可得：

$$\dot{E}_e = \frac{\dot{V}_e}{g} + \gamma_e = \left(\frac{\dot{V}_c}{g} - \frac{\dot{V}}{g}\right) + \left(\gamma_c - \gamma\right) \tag{17}$$

$$\dot{L}_e = \gamma_e - \frac{\dot{V}_e}{g} = \left(\gamma_c - \gamma\right) - \left(\frac{\dot{V}_c}{g} - \frac{\dot{V}}{g}\right) \tag{18}$$

控制器结构图如图 1 所示：

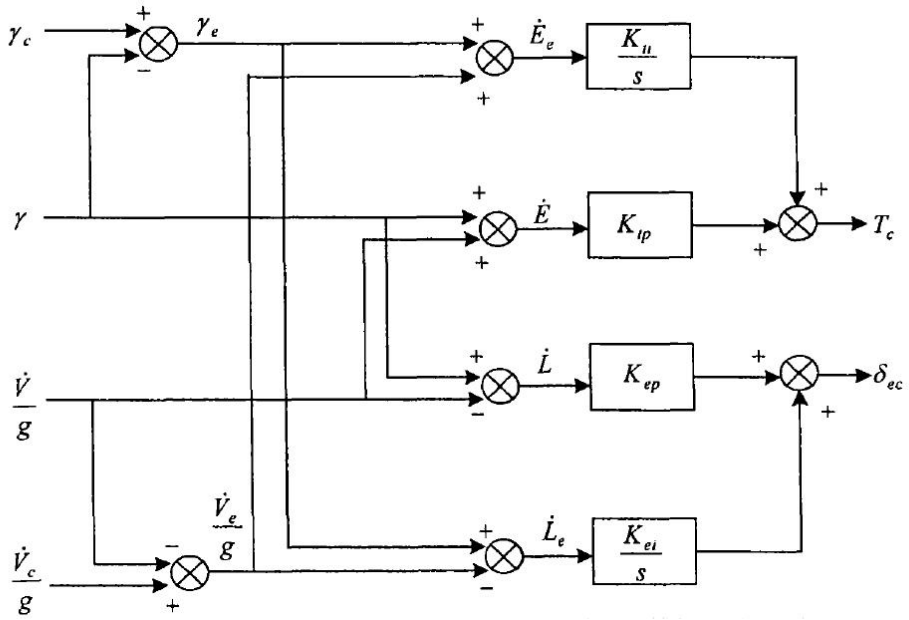


图 1. 总能量控制结构图

对于飞机飞行控制系统，航迹角反馈量γ一般不可以直接获得，可以通过飞机俯仰角θ和迎角α反馈量解算出来。在不考虑侧滑情况下$\beta = 0$，解算公式如下:

$$\gamma = \theta - \alpha \tag{19}$$

同样，加速度反馈量$\dot{V}$也不能直接获取，可以通过飞行速度反馈取微分或差分获得。

因为在 TECS 核心控制算法中不含有高度信息，若对飞行高度进行控制必须将高度的控制转化为对航迹角的控制。航迹角与高度有如下关系:

$$\dot{H} = V \sin\gamma \approx V\gamma \tag{20}$$

故对飞行高度进行控制，还必须得到升降速率的控制信息。按照正常的升降率获得方法，采用普通的 P 控制，以高度控制输入与高度反馈量的偏差按一定比例关系获取升降速率信息。有:

$$\dot{H}_c = K_h(H_c - H) \tag{21}$$

因此，得到航迹角的计算公式：

$$\gamma_c = \frac{\dot{H}_c}{V} = \frac{K_h(H_c - H)}{V} \tag{22}$$

$\frac{\dot{V}_c}{g}$ 的计算也是通过普通的 P 控制来得到的：

$$\dot{V}_c = K_v(V_c - V) \tag{23}$$

那么，飞机速度控制输入量和高度控制输入量的结构框图如图 2 所示：

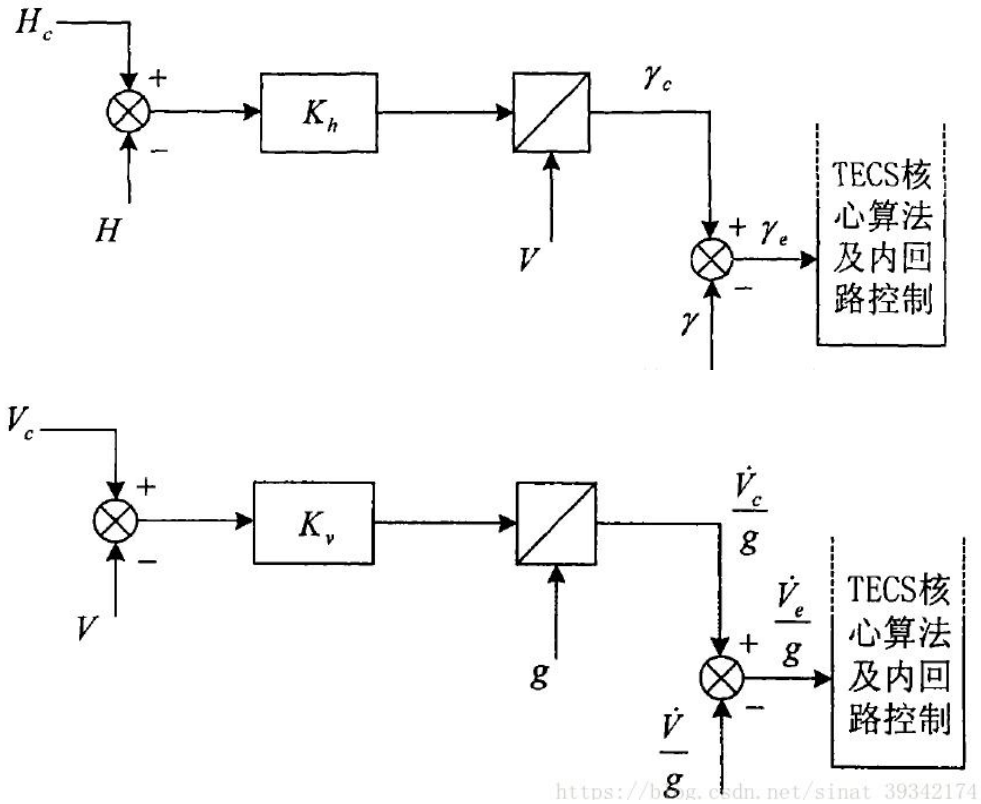


图 2 TECS 速度控制输入量和高度控制输入量的结构框图

附 7.4 参数确定

总能量控制系统需要两能量控制通道具有匹配的动静态特性，以消除飞机动能、势能间的多余转换。如果总能量通道比能量分配通道具有更快的动态特性，即飞机油门杆比升降舵具有更快的响应，这将引起在飞机能量重新分配之前，由于总能量变化导致的飞行速度和高度(航迹)同时增加或减小。当需要稳定飞行速度或航迹中的一个，而要求另一个作出改变时，以上的变化将降低系统的控制性能。而与此相反，如果能量分配通道比总能量通道具有更快的动特性，即飞机升降舵比油门杆具有更快的响应，这将引起飞机总能量变化之前，由于飞机能量的重新分配，导致的飞行速度和高度(航迹)的相对变化。当需要飞行速度和高度(航迹)同时增加或减小时，以上的变化也将降低系统的控制性能。这种现象需要能量控制系统两能量控制通道具有匹配的动静态特性。

在软件开发上，除了上述总能量控制的核心算法，还加入了前馈控制以提高飞行品质。工程应用中的高度-速度控制软件框图 3 和图 4 所示：

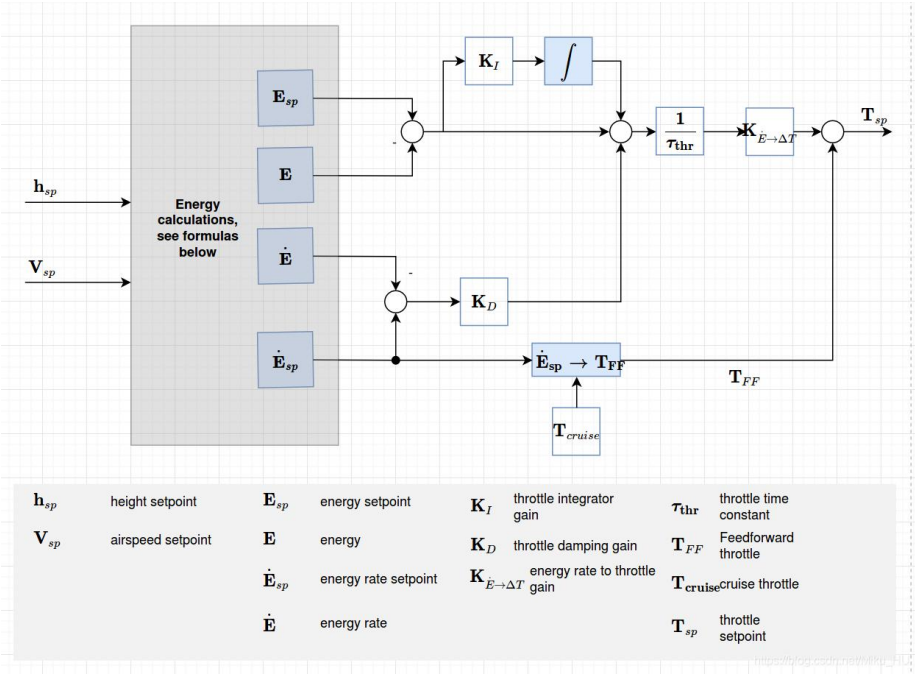


图 3 油门控制框图

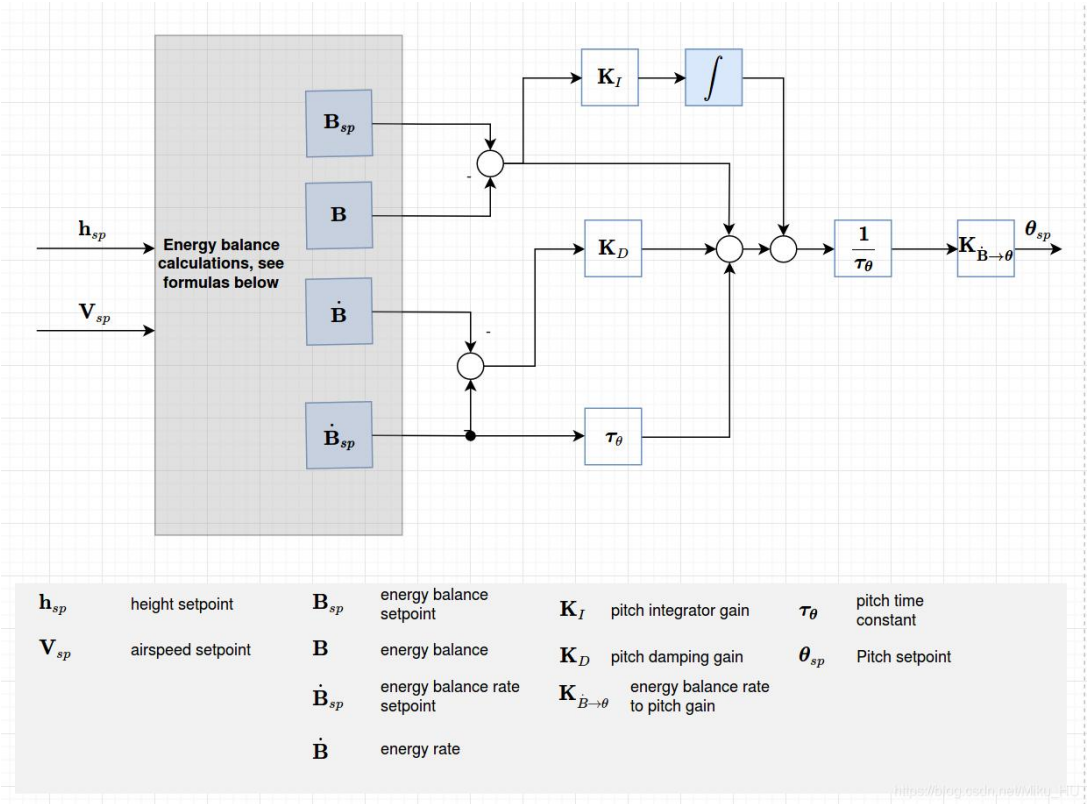


图 4 俯仰控制框图

这就使得控制算法要调整的参数较多，涉及到的相关参数和系统默认值如下：

表 1 外环控制参数表（其中加黑加粗的参数可设置）

TECS_APPR_SMAX	0.000000
TECS_CLMB_MAX	**5.000000**

TECS_HGT_OMEGA	3.000000
TECS_INTEG_GAIN	0.100000
TECS_LAND_ARSPD	-1.000000
TECS_LAND_DAMP	0.500000
TECS_LAND_IGAIN	0.000000
TECS_LAND_PDAMP	0.000000
TECS_LAND_PMAX	10.000000
TECS_LAND_SINK	0.250000
TECS_LAND_SPDWGT	-1.000000
TECS_LAND_SRC	0.000000
TECS_LAND_TCONST	2.000000
TECS_LAND_TDAMP	0.000000
TECS_LAND_THR	-1.000000
TECS_OPTIONS	0.000000
TECS_PITCH_MAX	**15.000000**
TECS_PITCH_MIN	**0.000000**
TECS_PTCH_DAMP	**0.000000**
TECS_PTCH_FF_K	0.000000
TECS_PTCH_FF_V0	12.000000
TECS_RLL2THR	10.000000
TECS_SINK_MAX	**5.000000**
TECS_SINK_MIN	**2.000000**
TECS_SPDWEIGHT	1.000000
TECS_SPD_OMEGA	2.000000
TECS_SYNAIRSPEED	0.000000
TECS_THR_DAMP	0.500000
TECS_TIME_CONST	**5.000000**
TECS_TKOFF_IGAIN	0.000000
TECS_VERT_ACC	7.000000

对于特定气动特性的飞行器，将上述参数调到最优并不容易。但常规的调整方法如下：首先通过仿真设定推力和升降舵通道的比例与积分之间的比率关系:

$$\begin{cases} \tau_t = \dfrac{K_{tp}}{K_{tt}} \\ \tau_e = \dfrac{K_{ep}}{K_{et}} \end{cases} \tag{24}$$

当飞控系统按要求总能量和能量分配通道具有匹配的动静态特性，对总能量控制系统控制参数的要求为:

$$\begin{cases} K_{tp} = K_{ep} \\ K_{tt} = K_{et} \end{cases} \tag{25}$$

以上便为基础的 TECS 控制的原理以及实现过程。

附 7.5 总结

TECS（全局能量控制系统）控制飞机的动能（即速度）与其势能（即高度）之间的交换。它的输入是一个目标速度和高度，它试图通过计算目标 throttle 和 pitch 值，然后传递到下面的 pitch 和 throttle 控制器来达到这些目标。

总能量控制(TECS)是从能量的角度来进行控制。飞机的能量可分为动能（kinetic energy）和势能（potential energy）两部分。这些能量是由油门增大或者减小产生的，而动能和势能的分配转换是由升降舵控制飞机的航迹来实现的。从这个角度来讲，总能量/能量差是与油门/升降舵是解耦的。这就很好的解决了速度通道和航迹通道控制耦合的问题。

总能量控制改变了传统控制结构单输入单输出的控制策略，采用油门和升降舵协调控制，通过油门控制飞机总能量变化，通过升降舵协调动能与势能的转换从而实现对飞行航迹与速度的解耦控制。

附 8 接口定义文档

附 8.1 天鸿-1/3/5 线序表

J30J 引脚号	信号名	信号类别	备注
1	电源+	电源输入 9V~60V	
2	电源+		
3	电源-		
4	电源-		
5	RC IN	遥控器输入（SBUS、PPM）	
6	GND		
7	PWM1	PWM 主输出 5V 电平 单向输出	
8	GND		
9	PWM2		
10	GND		
11	PWM3		
12	GND		
13	PWM4		
14	GND		
15	PWM5		
16	GND		

17	PWM6		
18	GND		
19	PWM7		
20	GND		
21	PWM8		
22	GND		
23	PWM9	PWM 辅助输出 3.3V 电平 双向	
24	GND		
25	PWM10		
26	PWM11		
27	PWM12		
28	PWM13		
29	PWM14		
30	GND		
31	5V	串口 1	
32	Serial1_RX		
33	Serial1_TX		
34	GND		
35	5V	串口 2	
36	Serial2_RX		
37	Serial2_TX		
38	GND		
39	5V	串口 3	
40	Serial3_RX		
41	Serial3_TX		
42	GND		
43	5V	串口 4	
44	Serial4_RX		
45	Serial4_TX		
46	GND		
47	5V	串口 5	
48	Serial5_RX		
49	Serial5_TX		
50	GND		
51	5V	IIC2	
52	IIC_SCL		
53	IIC_SDA		

54	GND		
55	CAN1-L	CAN1	注意 L 在前，H 在后
56	CAN1-H		
57	CAN2-L	CAN2	注意 L 在前，H 在后
58	CAN2-H		
59	VBUS	USB	
60	D-		
61	D+		
62	GND		
63	ADC_IN1	ADC1	在全部参数列表中，PIN 号为 8
64	GND		
65	ADC_IN2	ADC2	在全部参数列表中，PIN 号为 10
66	GND		

大功率 PMU

为满足客户实际需求，经过 6 次修改电路方案及测试各项参数，完成此 PMU 性能指标 设计，实现低 EMC/ EMI 工作状态，主要技术指标：

1. 最大输入电压 60V (14S)

2. 三路独立 DC-DC 输出:一路可调输出电压 5~10V@5A；一路可调输出电压 5~10V@5A； 一路固定输出电压 15@3A；

3. 两路独立 LDO 小纹波输出：一路输出电压 5V@1A ，一路输出电压 3.3@1A;

4. *微改电路后，总输出功率可达 170W+。 以下是具体设计指标及接口定义息：

电参数名称		参数范围	连接器名称	模式/状态	备注/关键参数
输入电压 Vin	14S 锂电池	12~60VDC	XT90 黄色公座（上正极下负极）	高压模式	无需修改电路
输入信号	线束信号 66 路	66 路信号	J30J-66TJL (线束端端口)	a .PCBA 端焊接胶封加固； b .插头端 1.27mm 间距防水锁紧抗震连接	材质：尼龙+黄铜+磷青铜 工作温度-25~+85 ℃ 接触电阻≤ 0.015 **Ω** 绝缘电阻≥1000 M**Ω** 机械寿命 5000 次（拔插） 如图 1，PMU 正面内部展 示图(红色框标记)

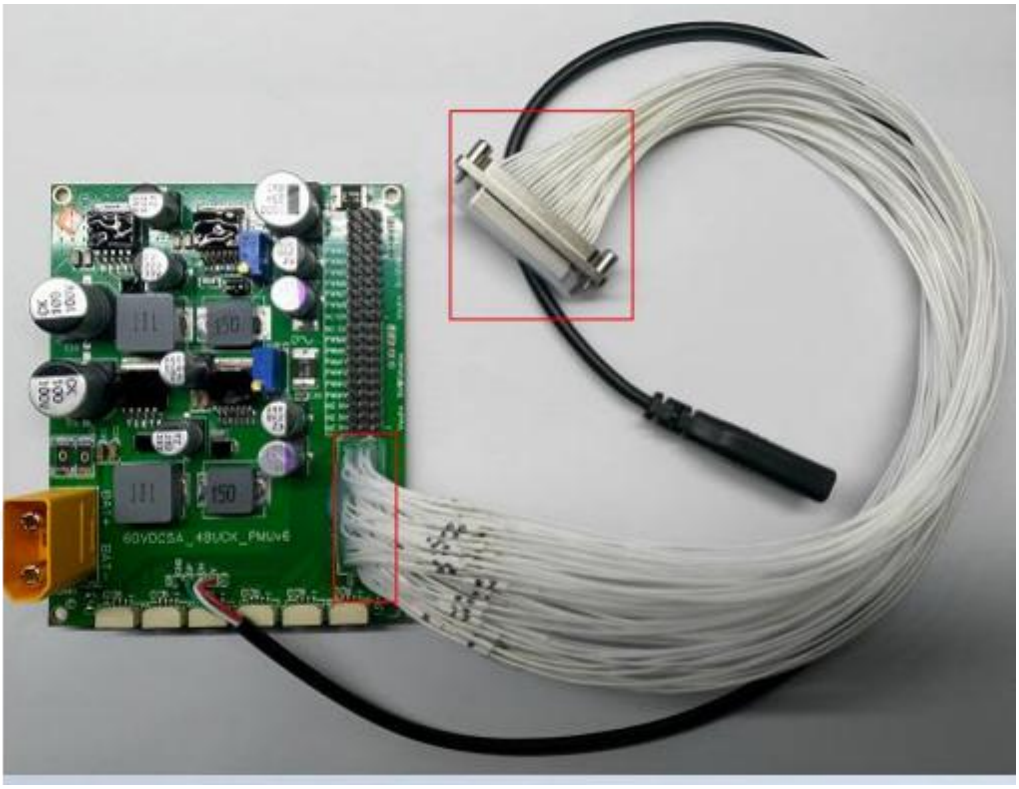
					线束接口定义见装配表。
输出电压 Vout（带载能力最大可达 173.3W）	LDO 型 A	1 路 5V@1A 带载能力 5W	GH1.25-4P 自锁接头	锁紧抗震 连接	如图 2，PMU 背面内部展 示图(黑色框标记) LDO 型电压输出接口定义 3V3-GND-5V-GND
	LDO 型 B	1 路 3.3V@1A 带载能力 3.3W	GH1.25-4P 自锁接头	锁紧抗震 连接	
	DC-DC 型 A	1 路 5-10V@5A 实测为 5~12V@5A 带载能力 60W	3*10P 黑色排针(正极为中间针 10P) RC IN PWM1 PWM2 PWM3 PWM4 PWM5 PWM6 PWM7 PWM8 NC	直插抗震 连接	材质：黄铜 镀金 0.8u 接触电阻：≤20mΩ 工作温度范围：-25℃ +105℃ 单针电流：3Amax -V2.xlsx> 如图 3，PMU 正面内部展 示图(红色框标记圆形位 置) 出厂时，电压已经调节为 10V. 如需电压调节，使用一字 绝缘螺丝刀对 PMU 板载蓝 色旋钮顺时针

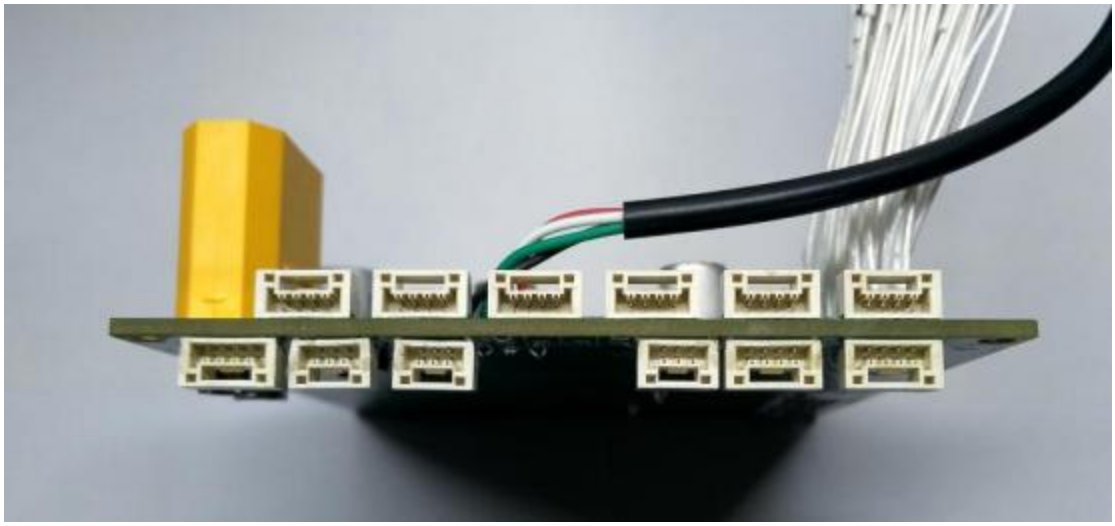
					转为电压 增加，逆时针旋转电压降 低。
	DC-DC 型 B	1 路 5~10V@5A 实测为 5~12V@5A 带载能力 60W	3*10P 黑色排针(正极为中间针 10P) NC PWM9 PWM10 PWM11 PWM12 PWM13 PWM14 NC NC NC	直插抗震 连接	材质：黄铜 镀金 0.8u 接触电阻：≤20mΩ 工作温度范围：-25℃ +~105℃ 单针电流：3Amax 线束接口定义见： <J30J 飞控引脚定义 -V2.xlsx>
					如图 4，PMU 正面内部展 示图(黄色框标记圆形位 置) 出厂时，电压已经调节为 5V. 如需电压调节，使用一字 绝缘螺丝刀对 PMU 板载蓝 色旋钮顺时针转为电压
	DC-DC 型 C	2 路 15V@3A 带载能力 45W	GH1.25-3P 自锁接头	锁紧抗震 连接	增加，逆时针旋转电压降 低。 1 路：15V@3A 1 路：15V@3A 接口定义为 HV-HV-GND (HV：15V 正极) 如图 10，PMU 背面内部展 示图(白色框标记)

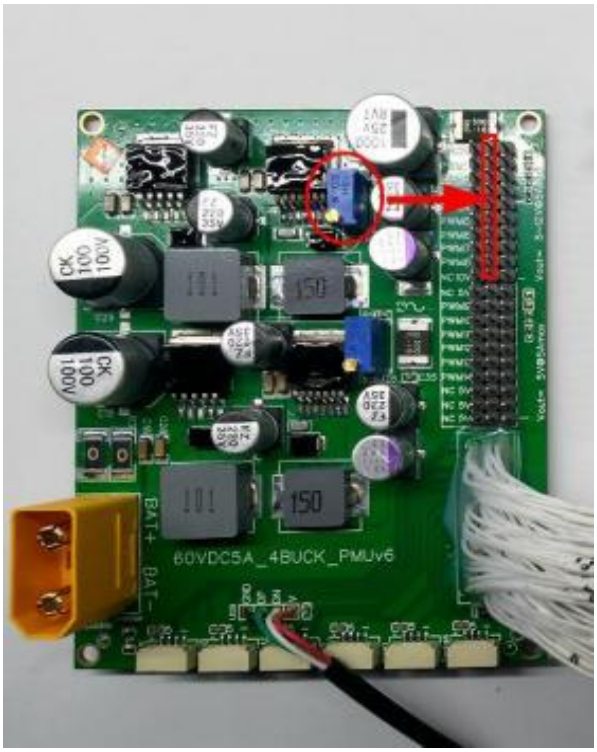
输出信号	UART 串型接口	Serial-1	GH1.25-4P 自锁接头	锁紧抗震 连接	如图 5，PMU 正面内部展 示图(蓝色框标记黄色位 置) PMU 正面从左到右分布 Serial-4 Serial-3 Serial-2 CAN-2 CAN-1 Serial-1; (Serial-5)在 PMU 背面其中串口 4 的 4P 端子，线束接口定义如图紫色标记，依次是 5V-TX4-RX4-GND。 其余串口 3，串口 2，串 口 1，串口 5 线束接口定 义同串口 4。 5V-TX3-RX3-GND 5V-TX2-RX2-GND 5V-TX1-RX1-GND 5V-TX5-RX5-GND
		Serial-2	GH1.25-4P 自锁接头	锁紧抗震 连接	
		Serial-3	GH1.25-4P 自锁接头	锁紧抗震 连接	
		Serial-4	GH1.25-4P 自锁接头	锁紧抗震 连接	
		Serial-5	GH1.25-4P 自锁接头	锁紧抗震 连接	
	IIC 总线接口	I2C	GH1.25-4P 自锁接头	锁紧抗震 连接	如图 6，PMU 背面内部展 示图(黄色框标记黄色位 置) I2C 线束接口定义 5V-SDA-SCL-GND
	ADC 模数转换接口	ADC1	GH1.25-3P 自锁接头	锁紧抗震 连接	如图 7，PMU 背面内部展 示图(红色框标记红色位 置)

		ADC2	GH1.25-3P 自锁接头	锁紧抗震 连接	ADC1 线束接口定义 5V-ADC1-GND 类似, ADC2 线束接口定义 5V-ADC2-GND
	CAN 接口	CAN1	GH1.25-4P 自锁接头	锁紧抗震 连接	如图 8，PMU 正面内部展 示图(黄色框标记位置) CAN1 线束接口定义 5V-CAN1H-CAN1L-GND 类似, CAN2 线束接口定义 5V-CAN2H-CAN2L-GND
		CAN2	GH1.25-4P 自锁接头	锁紧抗震 连接	
	USB 接口	USB-H7	USB-TypeC 引线防水接头	引线焊接（胶封处 理）	如图 9，PMU 正面内部展 示图(黄色框标记位置) TypeC 线束接口定义 GND-USBDP-USBDN-VBUS

上表附图如下。

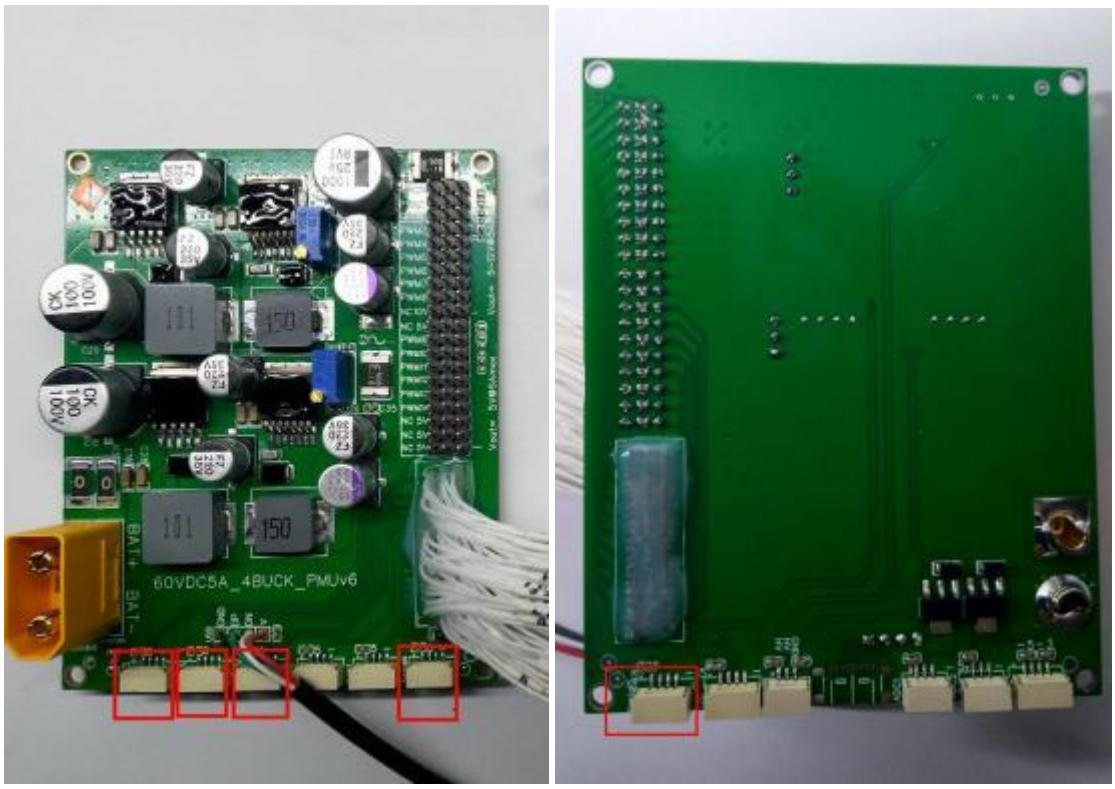






PWM 输出供电 3X10P 排针，信号依次 S + - ，+电压为可调 5~12V

PWM 输出供电 3X10P 排针，信号依次 S + - ，+电压为可调 5~12V



UART 串口端子，红色框依次为 Serial-4 ， Serial-3 ， Serial-2 ， Serial-1; Serial-5（背面）

Serial-4 从左到右线序：5V-TX4-RX4-GND,

Serial-3 从左到右线序：5V-TX3-RX3-GND,

Serial-2 从左到右线序：5V-TX2-RX2-GND,

Serial-1 从左到右线序：5V-TX1-RX1-GND;

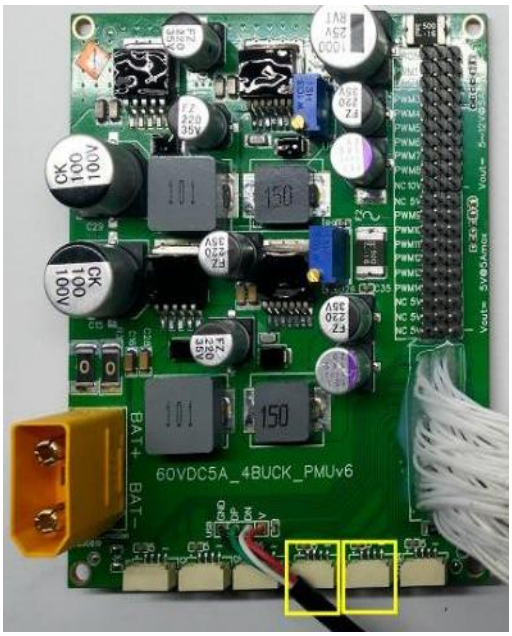
Serial-5 从左到右线序：5V-TX5-RX5-GND,

IIC 总线接口端子，从左到右线序：5V-SDA-SCL-GND

ADC 模数转换接口，方框从左到右线序：

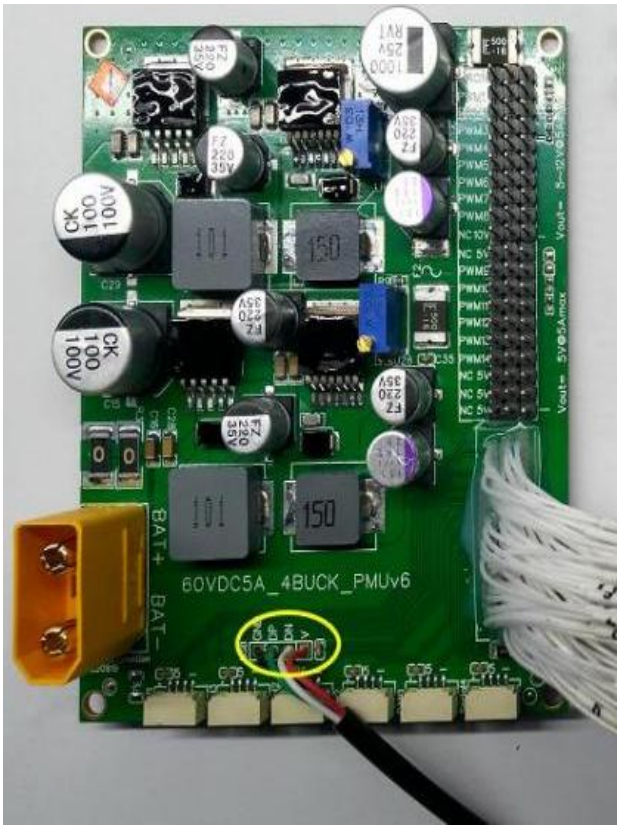
5V-ADC1-GND

5V-ADC2-GND



CAN 总线接口，方框从左到右线序：

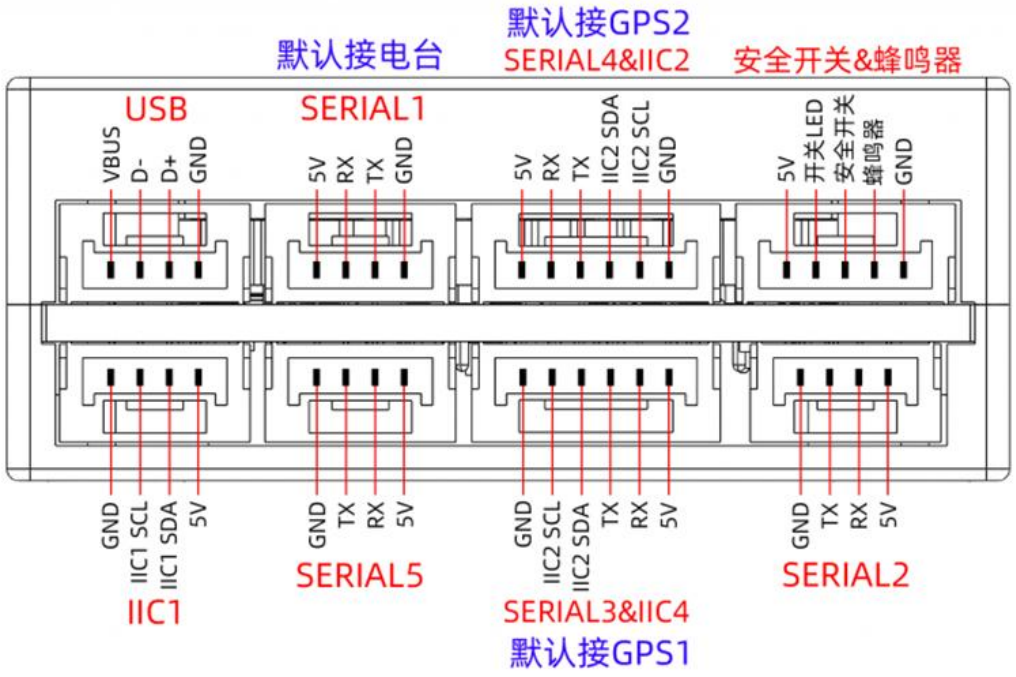
5V-CAN2H-CAN2L-GND 5V-CAN1H-CAN1L-GND

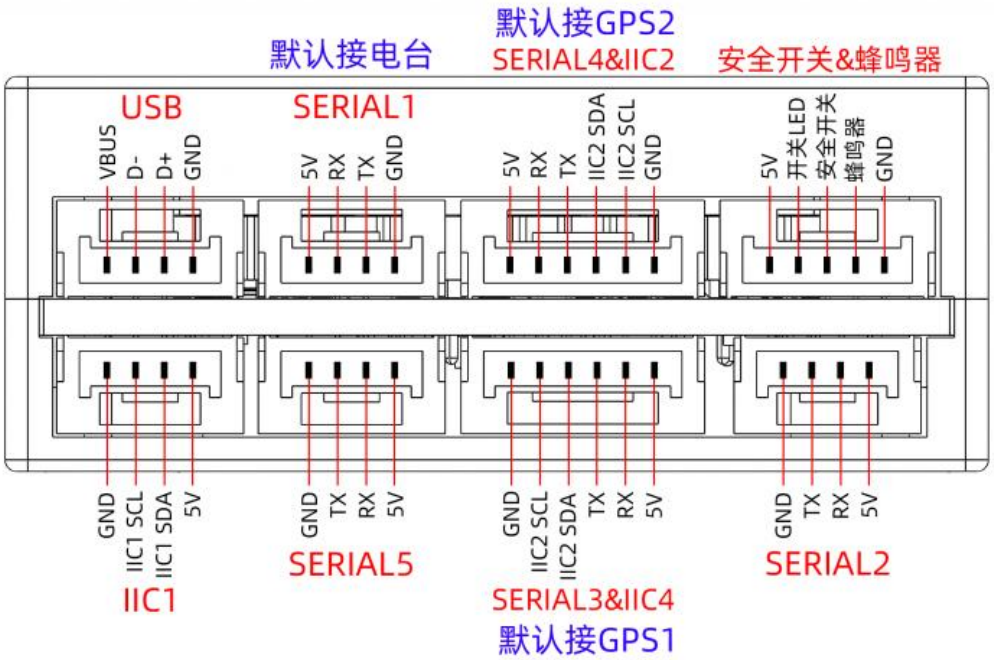


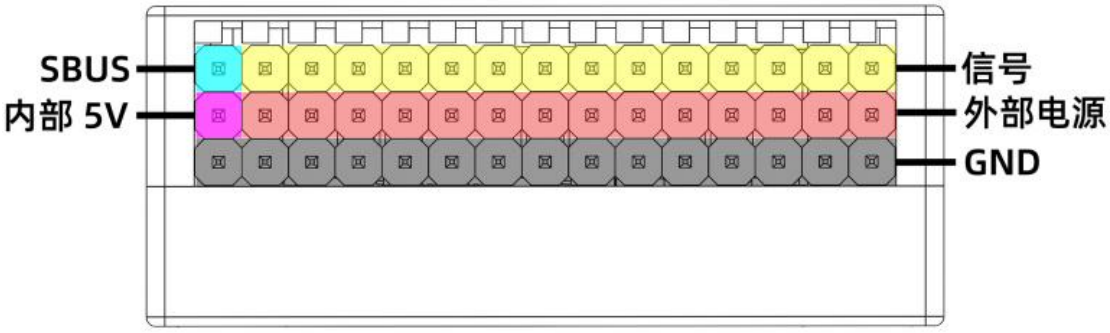
USB 线序接口定义：GND-USBDP-USBDN-VBUS

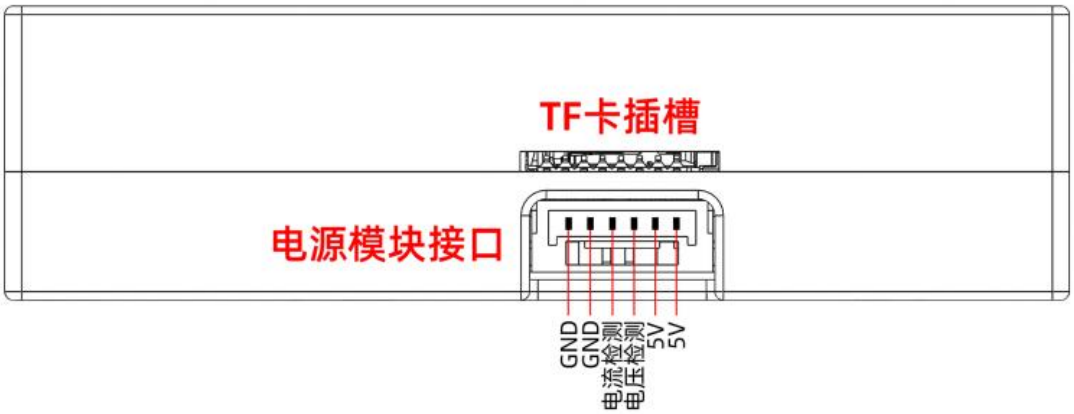
DC-DC　　电源端子线序定义：HV-HV-GND

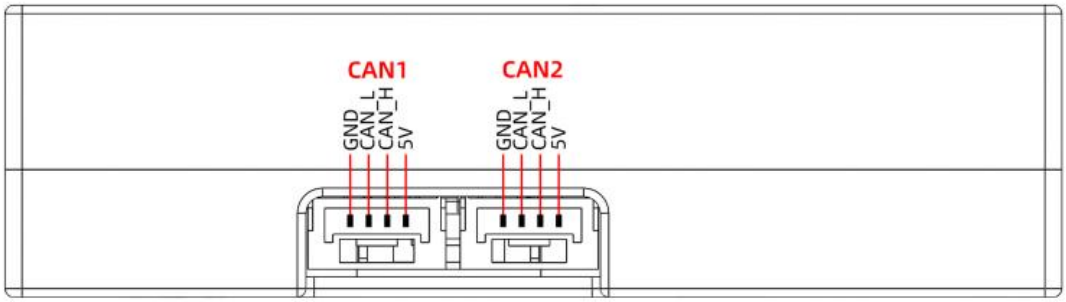
附 8.2 天鸿-2 线序表




默认接电台
默认接GPS2
SERIAL4&IIC2
安全开关&蜂鸣器
USB
SERIAL1
VBUS
D-
D+
GND
5V
RX
TX
GND
5V
RX
TX
IIC2 SDA
IIC2 SCL
GND
5V
开关LED
安全开关
蜂鸣器
GND
GND
IIC1 SCL
IIC1 SDA
5V
IIC1
GND
TX
RX
5V
SERIAL5
GND
IIC2 SCL
IIC2 SDA
TX
RX
5V
SERIAL3&IIC4
默认接GPS1
GND
TX
RX
5V
SERIAL2


SBUS
内部 5V
信号
外部电源
GND


TF卡插槽
电源模块接口
GND
GND
电流检测
电压检测
5V
5V


CAN1
CAN2
GND
CAN_L
CAN_H
5V
GND
CAN_L
CAN_H
5V

附 8.3 天鸿-6 线序

J30J 引脚号	信号名	备注
1	电源+	9V~60V
2	电源+	
3	电源-	
4	电源-	
5	电源电压检测	外部分压到 0~3.3V 后接入飞控
6	PWM1	单向，输出
7	GND	
8	PWM2	
9	GND	
10	PWM3	
11	GND	
12	PWM4	
13	GND	
14	PWM5	
15	GND	
16	PWM6	
17	GND	
18	PWM7	
19	GND	
20	PWM8	
21	GND	
22	PWM9	双向，输入/输出
23	PWM10	
24	GND	
25	PWM11	
26	PWM12	

27	GND	
28	PWM13	
29	PWM14	
30	GND	
31	PWM15	
32	PWM16	
33	GND	
34	5V	遥控器信号输入 5V 在电池供电和 USB 供电时均有输出
35	RC IN	
36	GND	
37	VBUS	USB
38	USB_D-	
39	USB_D+	
40	GND	
41	5V	CAN1 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
42	CAN1-H	
43	CAN1-L	
44	GND	
45	5V	CAN2 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
46	CAN2-H	
47	CAN2-L	
48	GND	
49	5V	SERIAL1，232 电平 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
50	SERIAL1_232_RX	
51	SERIAL1_232_TX	
52	GND	
53	5V	SERIAL2，232 电平 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况
54	SERIAL2_232_RX	

55	SERIAL2_232_TX	下才有输出
56	GND	
57	5V	SERIAL4，TTL 电平 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
58	SERIAL4_RX	
59	SERIAL4_TX	
60	GND	
61	5V	SERIAL5，TTL 电平 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
62	SERIAL5_RX	
63	SERIAL5_TX	
64	GND	
65	5V	SERIAL6，422 电平 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
66	SERIAL6_422_RX+	
67	SERIAL6_422_RX-	
68	SERIAL6_422_TX+	
69	SERIAL6_422_TX-	
70	GND	
71	5V	SERIAL7，422 电平 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
72	SERIAL7_422_RX+	
73	SERIAL7_422_RX-	
74	SERIAL7_422_TX+	
75	SERIAL7_422_TX-	
76	GND	
77	5V	SERIAL8，422 电平 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
78	SERIAL8_422_RX+	
79	SERIAL8_422_RX-	
80	SERIAL8_422_TX+	
81	SERIAL8_422_TX-	
82	GND	

83	5V	ADC1 输入范围：0~3.3V ADC2 输入范围：0~6.6V 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
84	ADC1	
85	ADC2	
86	GND	
87	5V	I2C 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
88	I2C3_SCL	
89	I2C3_SDA	
90	GND	
91	RTK_COM2_422_RX+	内置 RTK 的 COM2，422 电平 用于注入星历、设置 RTK 参数等
92	RTK_COM2_422_RX-	
93	RTK_COM2_422_TX+	
94	RTK_COM2_422_TX-	
95	GND	
96	ETH_TX+	飞控网口
97	ETH_TX-	
98	ETH_RX+	
99	ETH_RX-	

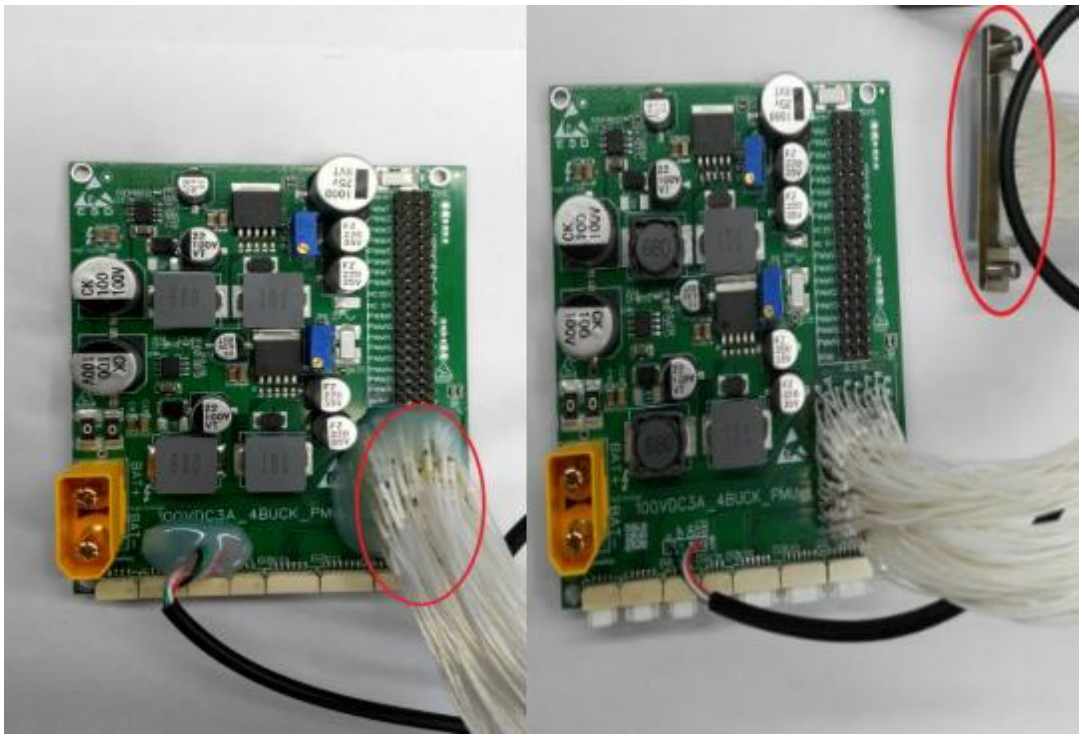
为满足客户实际需求，经过 2 次修改电路方案及测试各项参数，完成此 PMU 性能指标 设计，实现低 EMC/ EMI 工作状态，主要技术指标：

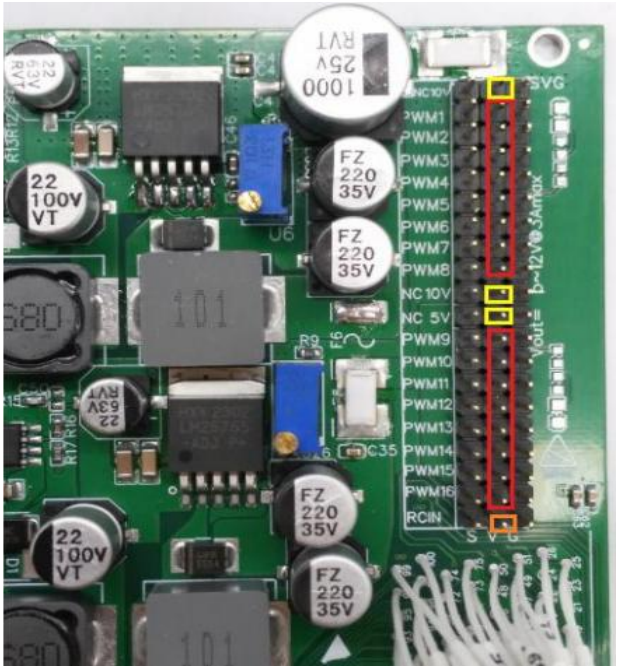
1. 最大输入电压 100V (26S)
2. 三路独立 DC-DC 输出:一路可调输出电压 5~10V@3A；一路可调输出电压 5~10V@3A； 一路固定输出电压 12@3A；
3. 两路独立 LDO 小纹波输出：一路输出电压 5V@1A ，一路输出电压 3.3@1A;
4. *微改电路后，总输出功率可达 170W+。 以下是具体设计指标及接口定义信息：

电参数名称	参数范围	连接器名称	模式/状态	备注/关键参数

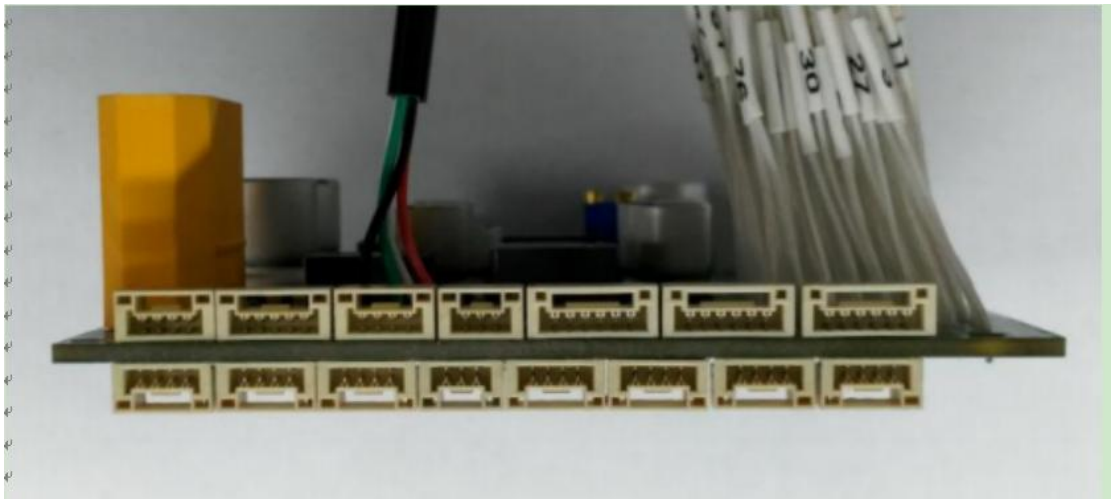
输入电压 Vin	26S 锂电池	12~100VDC	XT90 黄色公座（上正极下负极）	高压模式	无需修改电路
输入信号	线束信号 100 路	100 路 信号	J30J-100TJL (线束端端口)	a .PCBA 端 焊接+胶封加固；b .插头端 1.27mm 间距防水 锁紧抗震连接	材质：尼龙+黄铜+磷青铜 工作温度-25～+85 ℃ 接触电阻≤ 0.015 Ω 绝缘电阻≥1000 MΩ 机械寿命 5000次（拔插） 如图 1，PMU 正面内部展示图 *线束接口定义见装配表。*
输出电压 Vout	LDO 型 A 路	1 路 5V@1A 带载能力 5W	GH1.25-4P 自锁 接头	锁紧抗震 连接	如图2，PMU背面内部展示图
	LDO 型 B 路	1 路 3.3V@1A 带载能力 3.3W	GH1.25-4P 自锁 接头	锁紧抗震 连接	
	DC-DC 型 A 路	1 路 5-10V@3A 实测为 5~12V@3A	3*10P 黑色排针 (正极为中间针 10P) NC PWM 1 PWM 2 PWM 3 PWM 4 PWM 5 PWM 6 PWM 7 PWM 8 NC	直插抗震 连接	材质：黄铜 镀金0.8u 接触电阻：≤20mΩ 工作温度范围：-25℃ ~ +105℃ 单针电流：3Amax *线束接口定义见：* *< 飞控J30J接口引脚定义 V2.0>* 如图3，PMU正面内部展示图,出厂时，电压已经调节为 10V. 如需电压调节，使用一字

					绝缘螺丝刀对PMU板载蓝 色旋钮顺时针转为电压 增加，逆时针旋转电压降 低。
	DC-DC 型 B 路	1 路 5~10V@3A 实测为 5~12V@3A	3*10P 黑色排针 (正极为中间针 10P) NC PWM9 PWM10 PWM11 PWM12 PWM13 PWM14 PWM15 PWM16 RCIN	直插抗震 连接	材质：黄铜 镀金 0.8u 接触电阻：≤20mΩ 工作温度范围：-25℃~+105℃ 单针电流：3Amax 如图 3，PMU 正面内部展示图 出厂时，电压已经调节为 5V. 如需电压调节，使用一字绝缘螺丝刀对PMU板载蓝 色旋钮顺时针转为电压 增加，逆时针旋转电压降低。
输出信号	通信接口	7 路Serial，2 路 CAN，2 路 ADC，1 路 I2C，1 路 ETH，1 路 RTK			如图 4，PMU 正面和背面 GH 自锁端子排列图，表 1 及线序图详细说明如下。




1000
25V
RVT
22
63V
RVT
22
100V
VT
FZ
220
35V
FZ
220
35V
FZ
220
35V
FZ
220
35V
22
100V
VT
101
101
SVG
PWM1
PWM2
PWM3
PWM4
PWM5
PWM6
PWM7
PWM8
NC 10V
NC 5V
PWM9
PWM10
PWM11
PWM12
PWM13
PWM14
PWM15
PWM16
RCIN
Vout= 12V@3Amax

PWM 输出供电 3X20P 排针，信号依次 S + - ，+电压为可调 5~12V



上图 4 方向视图所示，GH 自锁端子,从左到右依次如下表

ET 接口 4P	RTK 接口 5P	I2C3 接口 4P	ADC1 接口 3P
SERIAL1_232 接口 4P	CAN2 接口 4P	CAN1 接口 4P	ADC2 接口 3P
SERAL8_422 接口 6P	SERAL7_422 接口 6P	SERAL6_422 接口 6P	-
备用电源接口 4P（12V/5V/3V3）	SERAL5 接口 4P	SERAL4 接口 4P	SERAL2 接口 4P

ETH 接口 4P 从左到右线序：ETH_RX_N,ETH_RX_P,ETH_TX_N,ETH_TX_P

RTK 接口 5P 从左到右线序：

RTK_COM2_422_TX_N, RTK_COM2_422_TX_P, RTK_COM2_422_RX_N, RTK_COM2_422_RX_P, GND

I2C3 接口 4P 从左到右线序：5V-I2C3_SDA-I2C3_SCL-GND

ADC1 接口 3P 从左到右线序：5V-ADC1-GND

SERAL8_422 接口 6P 从左到右线序：

5V,SERAL8_422_TX_N,SERAL8_422_TX_P,SERAL8_422_RX_N,SERAL8_422_RX_P,GND

SERAL7_422 接口 6P 从左到右线序：

5V,SERAL7_422_TX_P,SERAL7_422_TX_N,SERAL7_422_RX_P,SERAL7_422_RX_N,GND

SERAL6_422 接口 6P 从左到右线序：

5V,SERAL6_422_TX_P,SERAL6_422_TX_N,SERAL6_422_RX_P,SERAL6_422_RX_N,G

ND USB-TypeC 线序接口定义:GND-USBDP-USBDN-VBUS

SERAL1_232 ， CAN2 ， CAN1 ， ADC2 ， 备用电源接口， SERAL5 ， SERAL4 ， SERAL2（背面）

SERAL1_232 接口 4P 从左到右线序：GND-SERAL1_232_RX-SERAL1_232_TX-5V

CAN2 接口 4P 从左到右线序：GND-CAN2_L-CAN2_H-5V CAN1 接口 4P 从左到右线序：GND-CAN1_L-CAN1_H-5V ADC2 接口 3P 从左到右线序：GND-ADC2-5V

备用电源接口 4P 从左到右线序：GND-3V3-5V-12V

SERAL5 接口 4P 从左到右线序：GND-SERAL5_RX-SERAL5_TX-5V

SERAL4 接口 4P 从左到右线序：GND-SERAL4_RX-SERAL4_TX-5V

SERAL2 接口 4P 从左到右线序：GND-SERAL2_RX-SERAL2_TX-5V

附 8.4 天鸿-7 线序表

J30J 引脚号	信号名	备注
1	电源+	9V~60V
2	电源+	
3	电源-	
4	电源-	
5	空	
6	PWM1	单向，输出
7	GND	
8	PWM2	
9	GND	
10	PWM3	
11	GND	
12	PWM4	
13	GND	
14	PWM5	
15	GND	
16	PWM6	
17	GND	
18	PWM7	
19	GND	
20	PWM8	
21	GND	

22	PWM9	双向，输入/输出
23	PWM10	
24	GND	
25	PWM11	
26	PWM12	
27	GND	
28	PWM13	
29	PWM14	
30	GND	
31	PWM15	
32	PWM16	
33	GND	
34	5V	遥控器信号输入 5V 在电池供电和 USB 供电时均有输出
35	RC IN	
36	GND	
37	VBUS	USB
38	USB_D-	
39	USB_D+	
40	GND	
41	5V	CAN1 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
42	CAN1-H	
43	CAN1-L	
44	GND	
45	5V	CAN2 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
46	CAN2-H	
47	CAN2-L	
48	GND	
49	5V	SERIAL1，**232 电平** 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
50	SERIAL1_232_RX	
51	SERIAL1_232_TX	
52	GND	
53	5V	SERIAL2，**TTL 电平** 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
54	SERIAL2_RX	
55	SERIAL2_TX	
56	GND	
57	5V	SERIAL3，**TTL 电平**

58	SERIAL3_RX	5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
59	SERIAL3_TX	
60	GND	
61	5V	SERIAL4，**TTL 电平** 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
62	SERIAL4_RX	
63	SERIAL4_TX	
64	GND	
65	5V	SERIAL5，**TTL 电平** 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
66	SERIAL5_RX	
67	SERIAL5_TX	
68	GND	
69	5V	SERIAL6，**422 电平** 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
70	SERIAL6_422_RX+	
71	SERIAL6_422_RX-	
72	SERIAL6_422_TX+	
73	SERIAL6_422_TX-	
74	GND	
75	5V	SERIAL7，**422 电平** 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
76	SERIAL7_422_RX+	
77	SERIAL7_422_RX-	
78	SERIAL7_422_TX+	
79	SERIAL7_422_TX-	
80	GND	
81	5V	SERIAL8，**422 电平** 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
82	SERIAL8_422_RX+	
83	SERIAL8_422_RX-	
84	SERIAL8_422_TX+	
85	SERIAL8_422_TX-	
86	GND	
87	空	
88	5V	ADC1 输入范围：0~3.3V ADC2 输入范围：0~6.6V 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输出
89	ADC1	
90	ADC2	
91	GND	
92	5V	I2C 5V 不通过 USB 供电，仅在外部电池供电情况下才有输
93	I2C3_SCL	

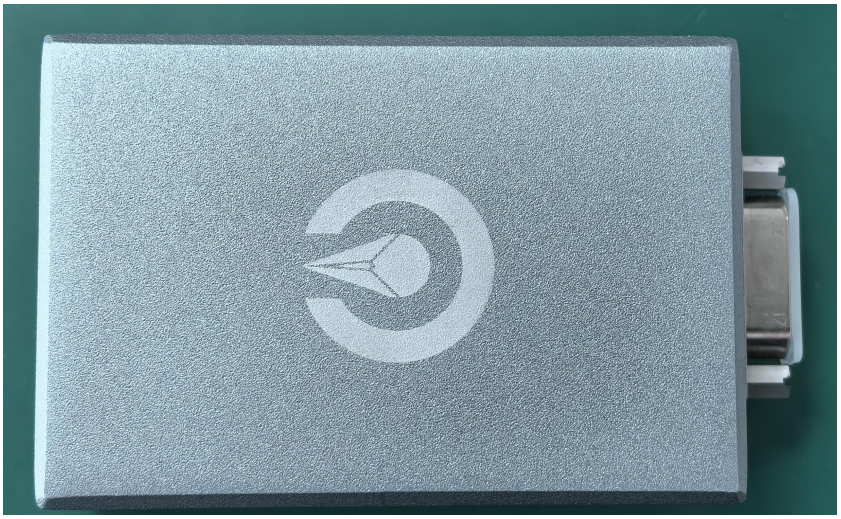
94	I2C3_SDA	出
95	GND	
96	ETH_TX+	飞控网口 ETH_SHGND 为网线屏蔽地，可不接
97	ETH_TX-	
98	ETH_RX+	
99	ETH_RX-	
100	ETH_SHGND	

附 8.5 开阳惯导

开阳-1 惯导(KY-1)是陕西华兴通盛航空科技有限公司针对美国 ADI(Analog Devices Inc. 亚德诺半导体公司,已列入对华出口管制清单）ADIS1647X IMU 而开发的一款国内生产的六自由度的惯性测量单元。

该产品内置高精度，高可靠性的 MEMS 三轴陀螺仪和三轴加速度计，具有多维度补偿算法、适用于 MEMS 系统高性能的自适应算法、数据融合算法与校准补偿算法等，使产品的惯性数据（角速度，加速度）具有低温漂、低偏移、低功耗、高精确度及高灵敏度等特性。

该产品可以输出高精度，高实时性的姿态角信息，以及低漂移，高精度的相对航向角信息。产品已完成公司天鸿系列飞控机的适配，从而实现增加飞控机惯导测量器件余度，提高飞行性能和飞行品质的目的。



KY-1 惯导

附 8.5.1 产品性能参数

表 1 性能参数对比

项目		KY-1	ADIS16470
陀螺仪	量程(°/s)	±500	±2000

	零偏重复性(°/s)	0.025	0.1
	零偏不稳定性(°/h)	3.7	8.0
	角度随机游走(° / sqrt(H))	0.3	0.34
	分辨率(°/s)	0.0175	0.025
加速度计	量程(g)	±16	±40
	零偏重复性（mg）	0.9	2.3
	零偏不稳定性（mg）	0.05	0.13
	速度随机游走（m/s/ sqrt(Hz)）	0.05	0.037
	分辨率（g）	0.000488	
功耗		0.5w	
供电电压		5~28VDC	3.0~3.6VDC
带宽		大于 200HZ	2000 Hz
冲击和振动		80g	2000g
工作环境		-40~85°C	-25~85°C
防水等级		IP67	IP68

附 8.5.2 加速度计和陀螺仪的坐标系

KY-1 坐标系符合右手坐标系规则，即将此测量仪放置在水平面上，面对连接器，正前方为 X+ 轴，正左方为 Y+ 轴，正上方为 Z+ 轴。

横滚角 Roll：

• 量程：-180°至 +180°

• 零位：产品连接器向下放置在水平面上时，Roll 输出值为 0。产品连接器向上放置时，Roll 输出值为 180。

• 变化规律：产品按右手螺旋定则沿 +X 轴旋转，Roll 输出角度值增加。增至 180° 时跳变为 -180°

俯仰角 Pitch：

• 量程：-90°至 +90°

• 零位：产品放置在水平面上时，Pitch 输出值为 0。

• 定义：产品 +X 轴与水平面形成的夹角的大小。+X 方向指向水平面上方时，Pitch 值为正。+X 指向水平面下方时，Pitch 值为负

相对航向角 Yaw：

• 量程：-180°至 +180°

• 上电值：产品上电后角度值为 0°。

• 变化规律：由上往下看，产品顺时针旋转，Yaw 输出角度值增加。增至 180°时跳变 为 -180°。Yaw 的变化规律与产品安装时连接器朝上或朝下方式无关。

附 8.5.3 系统硬件接口和通信协议

附 8.5.3.1 硬件接口

主要特性如下:

• 振动环境下优良的稳定性能

• 精确的校准惯性测量仪的零点

• 宽幅电压输入，拥有独立产品级电源保护

关键的电路参数如下：

• 总功耗： ＜0.5W

• 输入电压范围：

• 电源输入： +5V DC ~+28VDC。

宽幅电源输入仅适用于 power 管脚。若将电压加至其他管脚可能会造成产品损坏。

电源电压纹波小于 ±50mV，建议选择合适的输入功率，并保证电源电压精度±10%。

• 输出电路接口，可根据用户需求进行配置 (4 选 1)

CAN：1 路差分收发

TTL: 1 对收发 TXD, RXD

SPI: 1 组 4 线 SPI，速率≤ 9MHz, 3.3V 电平

RS485: 全双工差分收发，4 线

KY-1 采用 J30J-21ZKWP7-J 连接器，连接器线序信息如表 2 所示：

表 2 连接器线序

J30J-21编号	信号 NET	备注
1	POW	
2	GND	
3	CAN H	CAN
4	CAN_L	
5	GND	
6	RESET	
7	SPI_CS	
8	SPI_SCK	

9	SPI_SIN	SPI
10	SPI_SOUT	
11	DATA_RDY	
12	GND	
13	RS485_RX+	RS485
14	RS485_RX-	
15	RS485_TX+	
16	RS485_TX-	
17	DATA_RDY	
18	RESET	
19	TXD	TTL
20	RXD	
21	GND	

附 8.5.3.2 通信协议

SPI 通信协议说明

电气特性：

- SPI 电压为 3.3V.
- 时钟：<=9MHz
- MSB 在前
- CPOL=1,CPHA=1
- 22 字节消息包数据输出
- 片选信号低电平有效

* 注：

1. 请勿将大于 5V 的电压接在 SPI 管脚处，否则可能造成产品损坏。
2. 为了保证数据完好性，SPI 通信需要配合 DATA_RDY 信号进行使用。
3. 使用 SPI 接口时，推荐使用板-板连接器连接它们和外部设备(单板)，不推荐通过线缆连接。

KY-1 SPI 通讯格式如下 ：

数据	参数	长度 (bytes)	比例因子	单位 / 数据描述
1	ID 包头	1	N/A	0x36

2-3	角速度 (X 轴)	2	0.0175	Deg/s, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
4-5	角速度 (Y 轴)	2	0.0175	Deg/s, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
6-7	角速度 (Z 轴)	2	0.0175	Deg/s, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
8-9	加速度 (X 轴)	2	0.000488	g, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
10-11	加速度 (Y 轴)	2	0.000488	g, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
12-13	加速度 (Z 轴)	2	0.000488	g, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
14-15	横滚角 RollAngle	2	0.01	Deg, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
16-17	俯仰角 PitchAngle	2	0.01	Deg, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
18-19	相对航向角 Yaw Angle*	2	0.01	Deg, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
20	状态位	1	N/A	0x00 为产品正常工作
21-22	校验位	2	N/A	校验和，低位在前。将 1-20 字节数据两两拆分，以低字节在前组成 10 组二进制数，每组 16 位（2 字节）。10 组数据相加之后取低 16 位（2 字节） 与校验位数据进行对比。若数据相等，则讯息完整性 验证通过。
Sum		22		

* 注：此功能仅部分产品支持。若您订购产品不支持此功能，该位输出值为 7F FF。

串口（TTL,RS485）通信协议说明

电气特性：

- 全双工 RS485
- 波特率：115200bps
- 16 字节消息包输出

KY-1 串口通讯格式如下 ：

数据	参数	长度 (bytes)	比例因子	单位 / 数据描述
1	ID 包头	1	N/A	0x36
2-3	角速度 (X 轴)	2	0.0175	Deg/s, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
4-5	角速度 (Y 轴)	2	0.0175	Deg/s, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
6-7	角速度 (Z 轴)	2	0.0175	Deg/s, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
8-9	加速度 (X 轴)	2	0.000488	g, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
10-11	加速度 (Y 轴)	2	0.000488	g, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
12-13	加速度 (Z 轴)	2	0.000488	g, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
14-15	横滚角 Roll Angle	2	0.01	Deg, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
16-17	俯仰角 Pitch Angle	2	0.01	Deg, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
18-19	相对航向角 Yaw An- gle*	2	0.01	Deg, 高字节 BH, 低字节 BL（高字节在前）
20	状态位	1	N/A	0x00 为产品正常工作

21-22	校验位	2	N/A	校验和，低位在前。将 1-20 字节数据两两拆分，以 低字节在前组成 10 组二进制数，每组 16 位（2 字节）。 10 组数据相加之后取低 16 位（2 字节）与校验位数 据进行对比。若数据相等，则讯息完整 性验证通过。
Sum		22		

* 注：此功能仅部分产品支持。若您订购产品不支持此功能，该位输出值为 7F FF。

CAN 通信协议说明

电气特性：

- 速率：1Mbit/sec
- CANID 采用标准帧

KY-1 CAN 通讯格式如下 ：

CANID 0x01：

数据位	参数	长度 (bytes)	比例因子	数据描述
1-2	角速度 (X 轴)	2	0.0175deg/s	高字节 BH，低字节 BL
3-4	角速度 (Y 轴)	2	0.0175 deg/s	高字节 BH，低字节 BL
5-6	角速度 (Z 轴)	2	0.0175 deg/s	高字节 BH，低字节 BL
Sum		6		

CANID0x02：

数据位	参数	长度 (bytes)	比例因子	数据描述
1-2	加速度 (X 轴)	2	0.000488g	高字节 BH，低字节 BL
3-4	加速度 (Y 轴)	2	0.000488g	高字节 BH，低字节 BL
5-6	加速度 (Z 轴)	2	0.000488g	高字节 BH，低字节 BL
7	状态位	1	N/A	0x00 为产品正常工作
Sum		7		

CANID0x03：

数据位	参数	长度 (bytes)	比例因子	数据描述
1-2	横滚角	2	0.01deg	高字节 BH，低字节 BL
3-4	俯仰角	2	0.01deg	高字节 BH，低字节 BL
5-6	相对航向角 *	2	0.01deg	高字节 BH，低字节 BL
Sum		6		

* 注：此功能仅部分产品支持。若您订购产品不支持此功能，该位输出值为 7F FF

附 8.5.3.3 说明与举例

校验位

一段数据帧如下：

36 00 1B FF F5 FF DD 00 0A FF E8 07 FD 46 OE 00 1C 12 C8 00 04 61

- 两个校验位分别为 0x040x61，校验和为 0x6104
- 验算方法如下

0x0036+0xff1b+0xfff5+0x00dd+0xff0a+0x07e8+0x46fd+0x000e+0x121c+0x-00c8=0x00036104

累加和的低 16 位为 0x6104，与校验和相等。讯息完整性验证通过。

比例因子

数值采用二进制补码输出带符号整形 int16。即 0 为 0x0000，1 为 0x0001,-1 为 0xffff，-2 为 0xfffe。每个值用两个字节表示，高位在前。

解析带符号整形的伪代码如下：

DefineDEC= (BH*2^8) + BL

If DEC< 32768

{Value =DEC*resolution

}

Else{Value=(DEC–65536)*resolution }

举例： 接受到的二进制数中，陀螺的数据为 037D11 CABD98

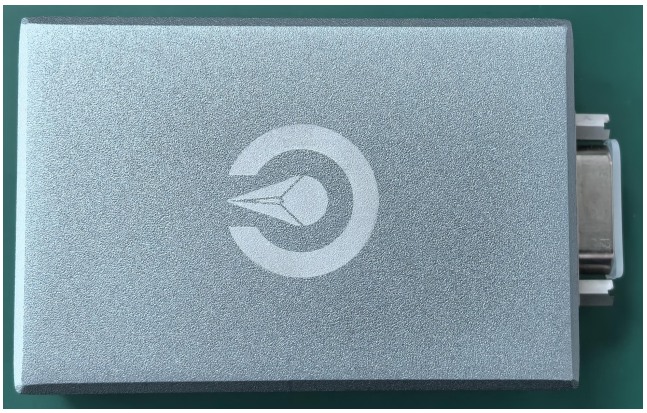
第 1-2 字节为 037D, 转为十进制数是 893，乘以分辨率 0.0175，则 GyroX 为 15.6275° /s

附 8.5.4 天鸿系列飞控使用

按照如下线序将 KY-1 接到飞控的某个 TTL 串口上。注意

1）使用飞控串口带的 5V 供电；

2）KY-1 上的箭头需要与飞控的机头方向一致，最好将 KY-1 固定到和飞控同一轴线方向，否则校准时与内置 IMU 冲突。



飞控参数设置：

1） SERIALx_BAUD: 115 # KY-1 模块固定波特率为 115200；

2） SERIALx_PROTOCOL: 49 # 此串口为 KY-1 串口协议，此值为自定义添加的，与地面站的注释无关；

3）重新上电，使得上述参数生效。

使用注意事项

1）上电后 20 秒内不要晃动飞控，否则 KY-1 自检不通过；

2）飞控的对外输出的 5V 都不从 USB 取电，因此测试 KY-1 时需要接上飞控的总电源输入；

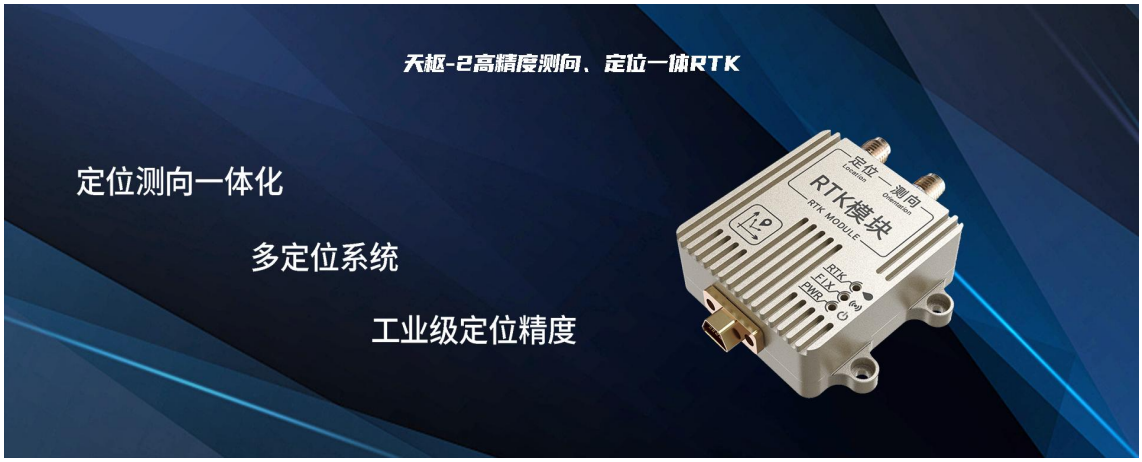
3）组装好后需要进行一次加速度计校准。

附 8.6 天枢卫星定位系统

附 8.6.1 天枢-2 RTK

本项目根据当前市场对导航、定位设备的巨大需求，立足北斗定位系统和国产电子器件的推广、应用，设计了一款具有载波相位差分技术的高精度导航、定位系统。

该产品具有支持多定位系统、高精度、高可靠性的特点，可满足飞行器、汽车、渔船等装备的作业需求，特别是无人机、无人艇、无人车等无人设备高精度的定位需求。



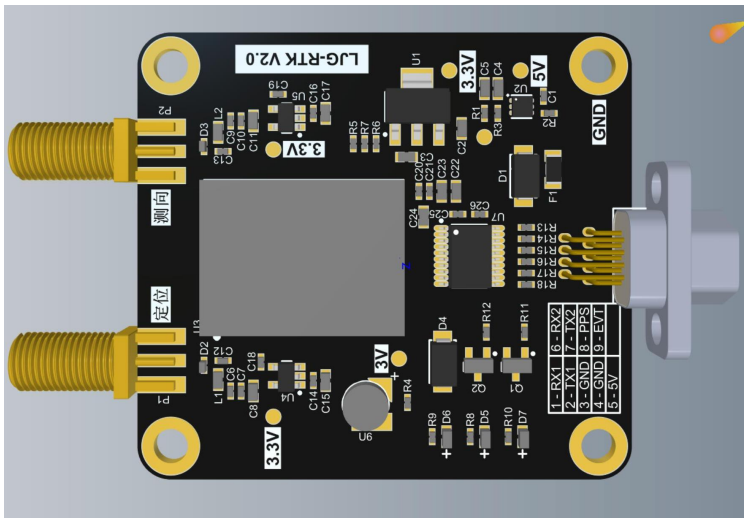
RTK 系统

产品特点

- 支持多定位系统和波段，支持 BDS B1/B2+GPS L1/L2+GLONASS L1/L2+GALILEO E1/E5b；
- 差分输入 RTCM 格式自适应识别；
- 定位测向一体化　双天线输入，支持 20Hz 定位、定向同时输出；
- 优于工业级的测速、测向精度　定向精度优于 0.2 度/1m 基线、速度精度优于 0.03m/s；
- 优于工业级的定位精度　差分工作模式下，平面定位精度优于 1cm+1ppm，高程定位精度 1.5cm+1ppm；普通卫星定位工作模式下，平面定位精度优于 0.4m，高程定位精度 0.8m。

产品竞争优势包括

- 全国产可控　卫星定位系统采用国产的北斗系统，定位片采用国产的 NebulasII 芯片，产品 PCB 设计、封装、加工等各个环节全部自主完成。
- 定位测向一体化　定位、测速、测向一体化完成。
- 高精度　优于目前市场主流民用工业级产品的定位、测速、测向精度精度。



线序	定义	类型
1	RX1	TTL
2	TX1	
3	GND	
4	GND	
5	5V	
6	RX2	TTL
7	TX2	
8	PPS	
9	EVT	

附 8.6.2 天枢-3GNSS

天枢-3 GNSS 定位模块

CAN 接口 GNSS 模块硬件信息：

GNSS 模块：u-blox M9N，支持北斗、GPS、格洛纳斯和伽利略四系统并发处理；

陶瓷天线：太盟 PA025AZ009，支持北斗、GPS、格洛纳斯三系统；

主处理器：STM32F412，Cortex- M4 内核；

磁罗盘：IST8310；

RGB LED：7 个高亮度 RGB LED 环绕排列，可替代飞控的 RGB LED 指示灯；

对外接口：4pin GH 连接器，CAN 总线，UAVCAN 协议（又名 DroneCAN）。

CAN 接口 GNSS 配置方法：

CAN_P1_DRIVER：1（如果 GNSS 模块接到飞控的 CAN1 接口上）

CAN_P2_DRIVER：1（如果 GNSS 模块接到飞控的 CAN2 接口上）

NTF_LED_TYPES：双击原有值，在弹出小窗口中勾选“DroneCAN”

GPS_TYPE：9

颜色系统（LED 灯色）说明：

●红灯和蓝灯闪：初始化中，请稍等；陀螺仪初始化。

●黄灯双闪：错误，系统拒绝解锁；解锁前检查失败。

●蓝灯闪：已加锁，GPS 搜星中，自动导航，悬停，还有返回出发点模式需要。

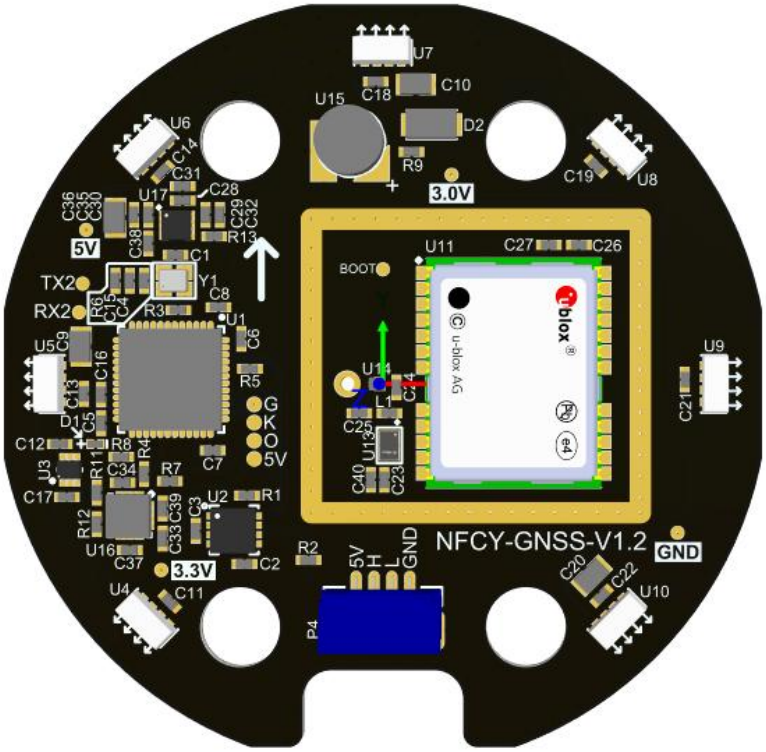
●绿灯闪：已加锁，GPS 锁定已获得。

●蓝灯常亮：解锁，没有 GPS 锁定。

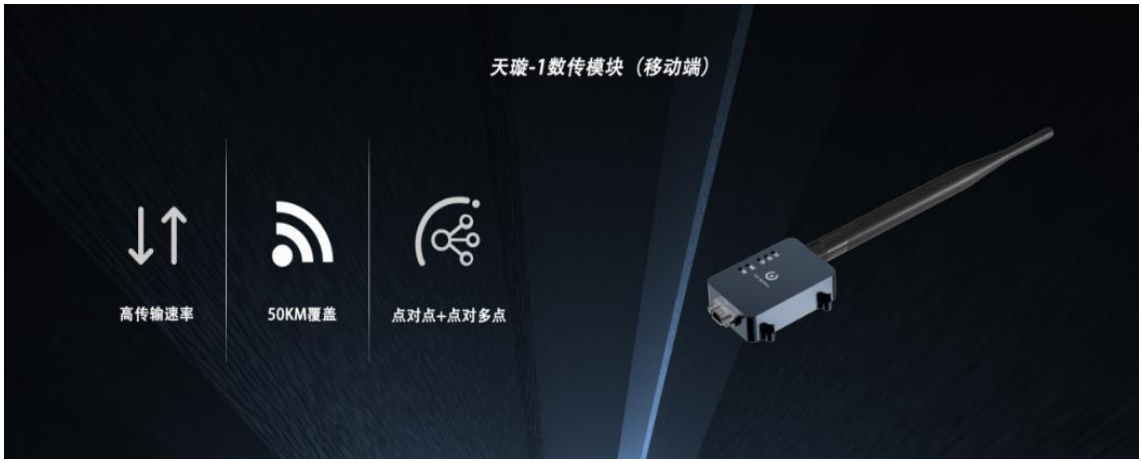
●黄灯闪：遥控故障保护被激活；电台故障保护激活。

●黄灯闪加快速重复响：电池故障保护被激活。

●黄灯蓝灯闪加高-高-高-低响：GPS 数据异常或者 GPS 故障保护被激活。



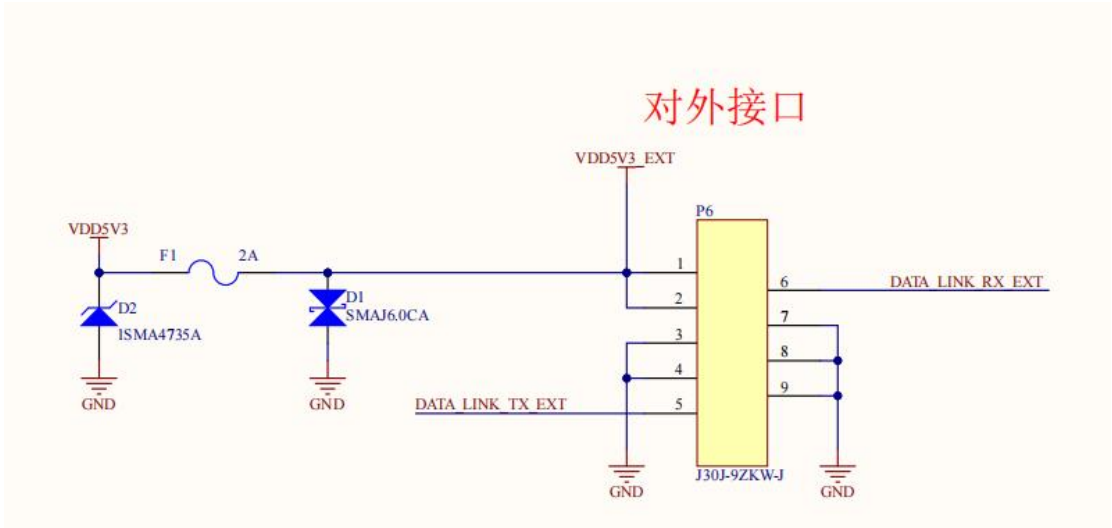
附 8.7 天权数传线序



天权-1 数传链路

本产品根据当前市场无人机、无人船、无人车等无人装备远距离通信需求，开发设计的一款通用数据链。该产品的性能参数如表所示：

项目	参数	项目	参数
频率	902-928Mhz	功率	1W
波特率	57600 或 115200 可选	接口	2 路 TTL
通讯方式	点对点、自组网配置可选	通讯距离	稳定通讯：20 公里 最远通信：60 公里
可选配功率放大器，空对空通讯距离能够达到 180KM			



线序	定义
1	5V
2	5V

3	TX
4	TX
5	TX
6	RX
7	GND
8	GND
9	GND

附 8.8 玉衡-1(YH-1)空速计线序

图 2.12 玉衡**-1（YH-1）空速计**

YH-1 空速计采用 4525DO-DS5AI001DP 压力传感器可提供指定满量程压力范围和温度范围读取压力的数字输出。通过使用板载专用集成电路(ASIC)针对传感器偏移、灵敏度、温度效应和非线性进行了充分校准和温度补偿。经校准的压力输出值会在 1kHz 左右更新，-40℃到 125℃的温度范围内进行校准。该传感器可在 3.3Vdc 或 5.0Vdc 的单电源条件下工作。

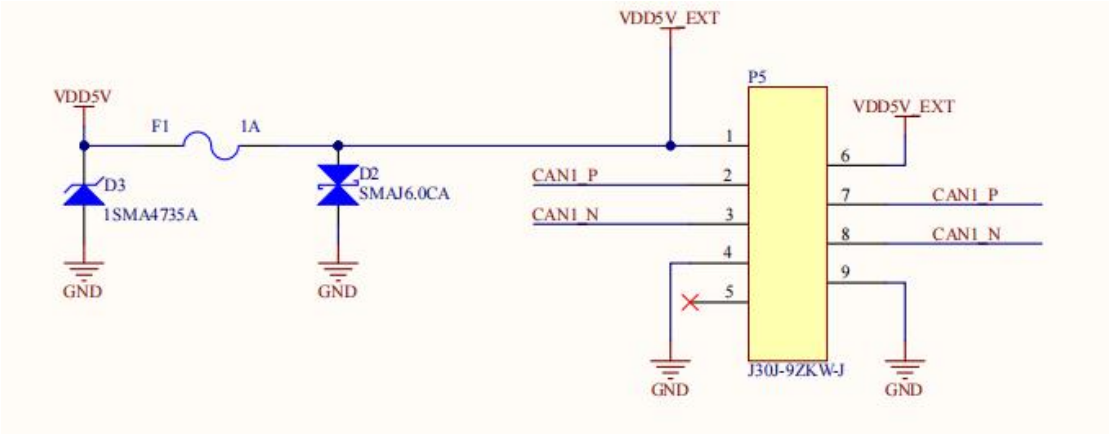
- 全金属外壳包裹，不易损坏，一体化航插接口，稳定可靠。
- 工作电压较低，能耗小，供电电压可以为 3.3V 或 5V 输入。
- 通过压力敏感芯片的优选和封装工艺的技术处理，具有长期稳定性。
- 内部诊断功能可增强系统的可靠性
- 提供了模拟输出选项
- 绝压、差压和表压类型
- 达到 0.25%FSS BFSL（满刻度量程最佳直线）的精度
- 总误差带为 0.25%的满刻度量程值
- 与 I2C 或 SPI 兼容的 14 位数字输出，压力输出 14 位(可定制 24 位），可以同时监控

温度，温度输出 11 位。

- 数字输出或模拟放大输出提供 10%到 90%输出或 5%到 95%输出
- 在-40~125℃的温度范围内进行精密 ASIC 调节和温度补偿
- 符合 RoHS 标准
- 压力口特点：直径 3.175 毫米的倒钩状压力口可以稳固的和 2.38 毫米内经的压力管

牢固连接测试压力。

线序如下：



线序	定义	
1	5V	CAN1
2	CAN1 P	
3	CAN1 N	
4	GND	
5	GND	
6	5V	CAN2
7	CAN1 P	
8	CAN1 N	
9	GND	

使用方法：

打开全部参数表;设置以下参数并保存后重启：

·CAN_P1_DRIVER=1

·CAN_P2_DRIVER=1

·CAN_D1_PROTOCOL=1

·CAN_D2_PROTOCOL=1

·ARSPD_TYPE=8

·ARSPD_USE=1